

SUR UNE THÉORIE NOUVELLE

DE LA

CAPTATION DE L'AZOTE ATMOSPHERIQUE

PAR LES PLANTES

Par M. E. HENRY

Les plantes vivantes peuvent-elles fixer dans leurs tissus l'azote élémentaire, l'azote qui forme les 79 % du poids de l'atmosphère et le faire entrer dans des combinaisons organiques servant à la construction de leurs tissus, à la fabrication du protoplasma que l'on a appelé justement la base physique de la vie?

Voilà une question capitale par ses conséquences pratiques, par ses applications culturelles, et qui, néanmoins, malgré tous les efforts des savants, n'a pas encore reçu de solution complète, pleinement satisfaisante.

Bien mieux, elle peut même être citée comme un exemple rare des variations dans les opinions et théories successivement professées par la science.

I — Historique

Résumons rapidement ces fluctuations de la doctrine.

Étant donné qu'il n'y a pas de sujet de plus grande importance pour la pratique agricole, ni de plus grand intérêt pour la science agronomique que la question de l'azote, on ne doit pas s'étonner qu'elle ait attiré plus l'attention, provoqué plus de recherches qu'aucun autre sujet, peut-être, depuis que la science s'occupe

d'agriculture, c'est-à-dire depuis cent ans, depuis que Th. de SAUSSURE, l'illustre chimiste genevois, a publié, en 1804, ses *Recherches chimiques sur la végétation*.

En ce qui concerne la question de l'azote, il faut remonter plus loin encore; car, en 1771, le chimiste anglais PRIESTLEY (qui a découvert l'oxygène) a affirmé que certaines plantes absorbent l'azote de l'air, et INGENHOUSZ a élargi cette doctrine en affirmant que toutes les plantes ont cette faculté ⁽¹⁾.

S'il en est ainsi, l'atmosphère, formée pour les quatre cinquièmes de son volume de gaz azote pur, offre aux plantes l'élément fondamental du protoplasma et de toutes les substances protéiques avec une telle profusion que le cultivateur ne doit pas avoir à se préoccuper de restituer à la terre les quantités d'azote qu'il exporte par les récoltes.

S'il en est ainsi, pour l'azote plus encore que pour le carbone et pour l'eau, la nature présente aux plantes que nous cultivons des quantités si grandes de matière première qu'aucun épuisement n'est à craindre. Dès lors il semble qu'en rapportant dans nos champs l'acide phosphorique, la potasse, la chaux, la magnésie et l'acide sulfurique que les plantes ne peuvent emprunter qu'au sol et que nous exportons chaque année, nous entretiendrons indéfiniment sa fertilité.

Or l'expérience journalière montre qu'il est indispensable de rapporter au sol des engrais azotés si l'on veut maintenir sa force de production. Les agriculteurs dépensent des sommes énormes pour l'achat d'azote (sous forme de sulfate d'ammoniaque, de nitrate de soude, d'engrais organiques) parce qu'ils augmentent ainsi largement leurs récoltes ⁽²⁾.

(1) Ayant placé un pied d'*Epilobium hirsutum* dans un récipient de dix pouces de haut et d'un pouce de large, PRIESTLEY vit que cette plante, au bout d'un mois, avait absorbé les 7/8 de l'air! INGENHOUSZ (*Expériences sur les végétaux*, t. II, p. 146) a étendu cette prétendue faculté d'absorption à tous les végétaux, placés dans le gaz azote. Dans ces temps héroïques de l'expérimentation, il n'y a pas trop à s'étonner de ces affirmations surprenantes; on ne savait pas expérimenter.

(2) Les importations de la Grande-Bretagne en engrais azotés seuls s'élevaient à 65 millions de francs par an.

Déjà l'empirisme universel prouve la fausseté de l'affirmation d'Ingenhousz ou du moins que l'azote élémentaire absorbé est loin de suffire aux exigences des végétaux en aliments azotés.

Th. DE SAUSSURE (1804) reprit les expériences de Priestley et d'Ingenhousz avec beaucoup de soin, soit dans l'air atmosphérique, soit dans l'azote pur, et ne constata aucune absorption d'azote. SENEBIER et WOODHOUSE confirmèrent cette assertion.

Trente ans après la publication des *Recherches chimiques sur la végétation*, l'œuvre magistrale de Th. de Saussure, un autre grand agronome, BOUSSINGAULT (premières expériences : 1834-1838), frappé de ce fait que dans une exploitation rurale qui exporte de l'azote sans en importer, la fertilité du sol se maintient, pensa qu'une grande partie de l'azote des végétaux devait venir de l'air. Pour vérifier cette hypothèse, il entreprit des essais de culture dans des sols artificiels dépourvus d'azote. Voici ses conclusions :

« 1^o Le trèfle et les pois cultivés dans un sol absolument privé d'engrais ont acquis, indépendamment du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, une quantité d'azote appréciable à l'analyse;

« 2^o Le froment et l'avoine cultivés dans les mêmes conditions ont également emprunté à l'air et à l'eau du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène; mais, après la végétation des céréales, l'analyse n'a pu constater un gain en azote. »

Deux hypothèses se présentaient pour expliquer le léger excès d'azote trouvé dans les récoltes de légumineuses :

1^o Absorption de l'ammoniaque de l'air (c'est l'opinion de LIEBIG dès cette époque);

2^o Fixation de l'azote gazeux.

Sans se prononcer catégoriquement, Boussingault penchait pour cette dernière explication.

De 1849 à 1852, G. VILLE (1849-1852) entreprit de son côté l'étude de l'assimilation de l'azote gazeux par les végétaux et conclut à l'affirmative.

A la suite de plusieurs autres séries d'expériences exécutées avec la plus grande précision, Boussingault (dernières expé-

riences : 1851-1853) soutient que les végétaux ne possèdent pas la propriété de transformer en matière protéique l'azote libre que l'air leur offre en quantité illimitée.

Les célèbres agronomes anglais, LAWES, GILBERT et PUGH (1855) crurent utile, en raison de l'importance capitale de la question, de soumettre à une vérification définitive les expériences définitives de Boussingault et les assertions opposées de G. Ville.

Une série de recherches qui n'ont pas duré moins de trois années fut entreprise au laboratoire de Rothamsted. Admirablement préparés par vingt années d'essais pratiques sur les exigences des récoltes en azote, Lawes et Gilbert ont envisagé sous toutes ses faces le problème dont ils reprenaient l'étude et leur conclusion finale a été celle de Boussingault : *L'azote de l'air n'est pas fixé par les végétaux* ⁽¹⁾.

Donc à la suite des expériences concordantes de savants de premier ordre, tels que BOUSSINGAULT, LAWES et GILBERT, M. L. GRANDEAU, à qui j'emprunte une partie de cet historique ⁽²⁾, put à bon droit écrire : « La question est désormais vidée pour tous les savants. M. G. Ville est aujourd'hui, comme en 1857, le seul partisan de l'assimilation directe de l'azote par les

(1) Cependant ils sont moins affirmatifs pour les légumineuses que pour les graminées. « En examinant de nombreux essais sur les graminées, disent-ils, et en faisant varier dans de larges limites les conditions de végétation, on n'a jamais reconnu qu'il y eût assimilation d'azote libre.

« Dans les expériences sur les légumineuses, la végétation fut moins satisfaisante et les limites de variation furent moindres; *mais les résultats enregistrés n'indiquent aucune assimilation d'azote libre. Il serait désirable que de nouvelles expériences fussent reprises sur ces mêmes plantes dans des circonstances plus favorables.* Les données obtenues sur d'autres plantes sont toutes dans le même sens au point de vue de la non-assimilation de l'azote. » Et les savants anglais terminent très sensément leurs conclusions par cet aveu d'ignorance de la science, par cette accentuation du point de doute toujours subsistant : « *S'il est bien établi que la végétation n'opère pas la combinaison de l'azote libre, ON NE VOIT PAS TRÈS CLAIREMENT à quelles actions il faut attribuer une grande partie de l'azote combiné qu'elle contient.* »

(2) *Cours d'agriculture de l'École forestière.* Berger-Levrault et C^{ie}, 1879, 624 p. in-8.

plantes; mais comme il n'a produit aucune expérience correcte à l'appui de son hypothèse, on peut dire qu'à l'heure qu'il est, il n'existe pas une seule observation à l'abri de critiques fondées, dans laquelle il a été possible de constater la fixation de l'azote gazeux par les végétaux.»

Mais dix ans à peine après l'époque où mon éminent maître, M. L. Grandeau, formulait si catégoriquement le *Credo* de la science d'alors dans son beau livre *Cours d'agriculture de l'École forestière*, où sont lumineusement exposées les idées régnantes sur l'origine et les sources de l'azote des végétaux ⁽¹⁾, c'est-à-dire en 1886, un Allemand, HELLRIEGEL, venait affirmer nettement le pouvoir des légumineuses de fixer dans leurs tissus l'azote de l'air ⁽²⁾.

Voici les termes mêmes dans lesquels MM. HELLRIEGEL et WILFARTH ont résumé leurs conclusions ⁽³⁾ à la fin de leur volumineux mémoire intitulé : *Recherches sur l'alimentation azotée des graminées et des légumineuses*, publié en 1888, bien que les premières expériences inédites aient été faites en 1862 :

« 1^o Les légumineuses diffèrent fondamentalement des graminées dans leur mode de nutrition relativement à l'azote;

« 2^o Les graminées ne peuvent satisfaire à leur besoin d'azote qu'au moyen des combinaisons assimilables existant dans le sol et leur développement est toujours en rapport direct avec l'approvisionnement d'azote que le sol met à leur disposition;

« 3^o En dehors de l'azote du sol, les légumineuses ont à leur service une seconde source où elles peuvent puiser de la façon la plus abondante tout l'azote qu'exige leur alimentation ou com-

(1) Notamment les phénomènes de nitrification et les idées de M. SCHLÆSING sur l'ammoniaque aérienne et la végétation, sur la circulation de l'azote dans la nature.

(2) C'est dans la réunion de la section d'agronomie des *Naturforscher* tenue à Berlin, le 20 septembre 1886, qu'HELLRIEGEL fit connaître, dans une communication préliminaire, la mémorable découverte de la fixation de l'azote de l'air par les nodosités des légumineuses.

(3) Voir dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1890, t. I, Paris, Berger-Levrault et C^{ie}, la traduction et les planches si démonstratives de ce remarquable travail.

pléter ce qui leur manque quand la première source est insuffisante;

« 4^o Cette seconde source, c'est l'azote libre, l'azote élémentaire de l'atmosphère qui la leur offre;

« 5^o Les légumineuses ne possèdent pas par elles-mêmes la faculté d'assimiler l'azote libre de l'air, il est absolument nécessaire que l'action vitale des micro-organismes du sol leur vienne en aide pour atteindre ce résultat;

« 6^o Pour que l'azote libre de l'air puisse servir à l'alimentation des légumineuses, la seule présence d'organismes inférieurs dans le sol ne suffit pas; il faut encore que certains d'entre eux entrent en relations symbiotiques avec les plantes;

« 7^o *Les tubercules radicaux ne doivent pas être considérés comme de simples réservoirs de substances albuminoïdes, ils sont dans une relation de cause à effet avec l'assimilation de l'azote libre.* »

Au point de vue culiural les auteurs ajoutent :

« *Nous regardons comme bien établi que certaines variétés de légumineuses, sinon toutes, ont la faculté, avec le concours de micro-organismes, d'utiliser l'azote libre existant dans l'air à l'état élémentaire et de l'emmagasiner sous forme de matières albuminoïdes. Cette source d'azote est inépuisable et peut, dans des conditions favorables, suffire à elle seule pour satisfaire aux exigences des légumineuses et leur permettre d'atteindre à un développement normal, luxuriant même.* »

Le mémoire de Hellriegel et Wilfarth est daté de Bernburg, 30 octobre 1888.

A ces conclusions, résultat de nombreuses et patientes recherches prolongées pendant quinze ans, se rallièrent presque tous les savants.

Les derniers doutes furent levés par les expériences de MM. SCHLÆSING fils et LAURENT. Ils cultivèrent des pois dans un terrain nutritif sans azote, stérilisé, en présence d'une atmosphère confinée dont la composition était connue. L'ensemencement fut fait avec un peu de délayure de terre ayant porté des légumineuses. L'azote fut dosé au début dans l'air, dans la semence, et, à la fin, dans l'air, dans le sol et dans la récolte obtenue. *Celui qui avait*

disparu de l'atmosphère fut retrouvé dans la plante et dans le sol. WARD a montré qu'on peut reproduire ces nodosités par l'addition du contenu d'une nodosité à une culture de légumineuse en milieu liquide.

BEYERINCK et PRAZMOWSKY en ont fait des cultures sur milieux artificiels qui, inoculées par piqûre à une racine de légumineuse, reproduisaient la nodosité. La culture de ces microbes est d'ailleurs très facile sur toutes les macérations de légumineuses additionnées de gélose; on a ainsi un milieu solide qui, placé à 30°, permet leur multiplication très rapidement. Lorsqu'on inocule ces microbes, qu'ils proviennent du sol ou d'un milieu artificiel, ils pénètrent dans la plante par le poil radiculaire, attirés sans doute en vertu de leurs propriétés chimiotaxiques; en coupe microscopique on trouve bientôt un véritable filament formé par la masse des microbes qui pénètrent peu à peu jusqu'aux cellules corticales et se propagent dans les divers sens; la masse bactérienne présente un aspect plus ou moins glaireux, signe caractéristique de la fixation de l'azote, et bientôt la nodosité, par suite de ces transformations successives, est visible à l'œil nu.

Le microbe qui, dans les premiers moments, affecte une forme bacillaire, allongée, se transforme peu à peu et on voit alors au microscope des formes en Y, en T, en doigts de gant. On les désigne sous le nom de *bactéroïdes*; c'est le stade sous lequel le microbe est véritablement utile pour la légumineuse. Si la transformation n'a pas lieu ou si la bactéroïde est anormale, il n'y a pas assimilation d'azote. Il semble exister des bactéries spécialement adaptées aux terrains calcaires (on les trouve dans les nodosités des pois, du trèfle, du haricot, etc.), d'autres plus adaptées aux terrains acides, comme sur le lupin.

La question de l'espèce microbienne, ainsi que les états sous lesquels ils vivent dans le sol, ne sont pas encore suffisamment éclaircis pour ces microbes.

Ces derniers paragraphes sont extraits d'une conférence intitulée: « Les microbes du sol » faite le 23 mars 1905 à la Société nationale d'encouragement à l'agriculture par un savant autorisé, particulièrement compétent sur cette question, M. KAYSER, mai-

tre de conférences de microbiologie à l'Institut national agronomique.

Nous avons tenu à citer textuellement ses paroles pour bien préciser l'état de nos connaissances, au moment où surgit une nouvelle explication de la captation de l'azote élémentaire par les végétaux.

II — Théorie nouvelle de M. Jamieson, directeur de la station de recherches agricoles d'Aberdeen (Écosse)

Dans deux mémoires récents ⁽¹⁾ M. JAMIESON s'inscrit en faux contre la théorie de Hellriegel et propose une tout autre explication du fait bien prouvé de l'absorption de l'azote par certaines plantes. Voici comment il s'exprime :

« En 1886, Hellriegel affirma nettement que les légumineuses avaient le pouvoir de fixer ou, tout au moins, d'absorber d'une certaine façon l'azote libre; que les petits tubercules qu'on observait sur leurs racines jouaient un rôle essentiel dans cette fixation; que cette action était exercée par des micro-organismes; et que, comme l'infection du sol dans lequel avaient poussé des légumineuses pouvait se communiquer aux plantes, ces micro-organismes devaient être des bactéries.

« La dernière de ces conclusions était hasardée; et quant aux autres les expériences produites avaient un caractère trop général pour les justifier. En effet, ni le sol, ni les plantes, ni l'eau de culture n'avaient été analysés; les différences entre les divers lots de plantes n'étaient pas bien tranchées et, dans chaque lot, les plantes présentaient entre elles de nombreuses différences... Je n'ai jamais cru, pour ma part, pouvoir admettre l'intervention des bactéries ni de la symbiose dans ces nodosités, ni même

(1) Voir *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I, 1906, p. 61-132, et t. I, 1907, p. 1-47. M. JAMIESON a publié sa découverte dans un mémoire intitulé : « Utilisation of nitrogen in air by plants » qui a paru sous le patronage de l'*Agricultural Research Association*, à Aberdeen en décembre 1905.

attacher une importance quelconque à ces nodosités au point de vue de la fixation de l'azote et les expériences que j'ai faites, à diverses époques, depuis quinze ans, ont fortifié mes doutes. *J'ai acquis, dans des travaux plus récents la, certitude que ces théories devaient être écartées et aussi, ce qui me paraît être d'une évidence convaincante, que le problème peut être résolu d'une façon toute différente et naturelle. »*

Après avoir donné les raisons qui ont déterminé M. Jamieson à nier la théorie des tubercules radicaux, j'exposerai ses vues au sujet de ce fait si capital et si mal connu de l'utilisation de l'azote atmosphérique, vues appuyées sur des expériences que l'auteur juge absolument convaincantes.

La théorie de M. Jamieson, formulée seulement en 1906, a déjà été l'objet de vérifications. Grâce à l'obligeance de mes collègues de l'École forestière hongroise, je pourrai donner connaissance des observations et expériences faites à Selmechanya et encore inédites en langue française. Enfin, je terminerai par les critiques que l'on peut faire à cette nouvelle théorie et par les preuves qu'elle doit fournir avant qu'on puisse s'y rallier pleinement.

C'est un sujet assez important pour qu'il soit permis d'entrer dans quelques détails.

a) *Critique par M. Jamieson de la théorie des tubercules radicaux fixateurs d'azote*

Pour combattre cette théorie, M. Jamieson s'appuie notamment sur les travaux de notre savant collègue, le Dr VUILLEMIN, et sur ceux du Dr FRANCK.

Dans une étude très approfondie, publiée en 1888 ⁽¹⁾, où sont

(1) « Les tubercules radicaux des légumineuses », par Paul VUILLEMIN dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I, 1888, p. 121-212; ce travail est terminé par un index bibliographique de 81 publications sur ce sujet.

analysées et discutées les nombreuses recherches auxquelles avaient déjà donné lieu, à cette date, les énigmatiques formations désignées sous le nom de *tubercules radicaux*, « Vuillemin, dit Jamieson (t. I, 1906, p. 70), réussit à isoler le champignon complet; il le décrivit en détail ainsi que la nodosité elle-même et ses rapports avec la racine. Il démontra d'abord que la nodosité n'est pas une masse de cellules simples, mais un arrangement vasculaire correspondant à la racine de la légumineuse (comme l'avaient déjà remarqué GASPARIANI et d'autres), de sorte qu'on ne pourrait pas le considérer comme une masse de substance superposée à la racine; et, en second lieu, qu'il y a en mélange intime avec la nodosité un véritable champignon dont le mode de développement est semblable à celui des champignons en général et comporte la formation d'hyphe, de sporanges, de spores et de zoospores. Vuillemin donna à ce champignon, qu'il avait été le premier à déterminer et à figurer, le nom de *Cladochytrium tuberculorum*. Il cite, comme partageant sa manière de voir, BRUNCHORST qui considérait les prétendues bactéries comme de simples fragments de tissu anormal désagrégé, n'étant pas droits et uniformes comme des bactéries ou des bacilles, mais souvent ramifiés, recourbés à angle aigu et résistant à des réactifs énergiques, comme l'acide sulfurique, l'acide picrique et l'ammoniaque.

« Il semble que la présence d'un champignon complètement développé et présentant toutes ses formes de reproduction, fournit une explication suffisante de la formation des nodosités et de tous leurs caractères.

« Le fait est acquis qu'on a trouvé un champignon et l'excitation qu'il produit suffit à expliquer l'apparition de tous les phénomènes constatés dans les nodosités. »

Ainsi, M. Jamieson adopte l'opinion du professeur Vuillemin en 1888 ⁽¹⁾ qu'il n'y a pas de bactéries dans les tubercules radi-

(1) Aujourd'hui le professeur VUILLEMIN admet qu'il existe des bactéries; les cultures pures et les inoculations ne permettent plus de douter du fait: le *Cladochytrium* est un organisme surajouté.

caux, lesquels sont provoqués par un champignon filamenteux (probablement un *Cladochytrium*). Si on lui objecte que ces bactéries ont été isolées ⁽¹⁾, il répond que les petites particules observées ne sont que des fragments désagrégés du réseau cytoplasmique et nullement de véritables bactéries. C'est l'opinion de Brunchorst partagée par beaucoup de biologistes compétents, tels que PRILLIEUX, TSCHIRCH, BERRECKE, FRANCK, VUILLEMIN, BRÉAL, MATTIOLA, BUSCALIONI, VAN TIEGHEM, DOULIOT, MAZÉ, LECOMTE et SCHINDLER, etc.

Cette opinion est basée principalement sur deux faits :

a) Les formes de ces particules ne correspondent pas à celles des bactéries;

b) Elles résistent à l'action de substances énergiques telles que l'acide sulfurique, l'acide picrique et l'ammoniaque qui, toutes, détruisent les bactéries.

En ce qui concerne la fixation de l'azote, M. Jamieson se réfère à l'opinion de Franck; « d'après ce savant, dit l'agronome écossais, les essais de Hellriegel sont loin de prouver que les nodosités fixent l'azote. Franck démontre que l'on peut obtenir des plantes vigoureuses en les cultivant dans un sol stérilisé sans nodosités et il montre même par ses expériences qu'elles sont plus vigoureuses dans ces conditions; il montre que les taches qu'on considérerait comme des bactéries ne sont que des débris d'un tissu anormal des plantes et il considère les tubercules comme des mycorhizes, c'est-à-dire des champignons associés aux racines et vivant en symbiose avec elles.

« Quant à l'enrichissement des plantes en azote, Franck a constaté : 1° que les algues absorbent et fixent certainement l'azote; 2° que le colza et l'avoine paraissent s'enrichir en azote, mais faiblement; 3° que les légumineuses s'enrichissent en azote à un degré très remarquable, par un procédé inexplicable. »

Bref, M. Jamieson soutient que les tubercules radicaux n'ont rien à voir avec la fixation de l'azote de l'air.

(1) « Pour mon compte, m'écrit le docteur MONTEMARTINI, des tubercules radicaux des légumineuses j'ai pu isoler des bactéries. »

b) *Théorie de M. Jamieson*

« Je me rends fort bien compte, dit cet agronome, de la responsabilité que j'assume en formulant une nouvelle doctrine sur un sujet aussi important que la fixation directe de l'azote par les plantes; mais trente années d'études, portant spécialement sur l'alimentation des plantes, m'ont permis d'amasser des matériaux et des éléments d'appréciation dont peu de personnes disposent. Je n'ai pas adopté cette théorie à la légère; elle s'est élaborée dans mon esprit pendant de longues années et renforcée graduellement des résultats de mes recherches pendant ce laps de temps. J'ai obtenu récemment des résultats d'une nature si probante que je crois pouvoir aujourd'hui déclarer que *les plantes en général absorbent directement l'azote de l'air et le transforment en albumine; la quantité absorbée et fixée varie avec le nombre et la nature des organes spéciaux qui leur permettent d'exercer cette fonction et avec les conditions de végétation qui favorisent plus ou moins leur production.* »

M. Jamieson a étudié des plantes appartenant à dix-sept familles de caractères botaniques très différents, soit sauvages (*Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Urtica dioïca*), soit cultivées (vesce, navet, betterave, colza, graminées) et il prétend avoir trouvé chez toutes des organes qui absorbent l'azote libre de l'air et le transforment en albumine.

« Le nombre de ces organes, dit-il dans le résumé de son premier mémoire, leur nature et leur aptitude à exercer leur fonction varient considérablement d'une plante à une autre; en particulier, les graminées, les céréales sont très mal dotées à ce point de vue.

« La forme de ces organes varie beaucoup aussi; petites saillies obtuses, simples amincissements de l'épiderme, mais généralement ils affectent la forme de longs poils segmentés et toujours bordés extérieurement par un canal étroit (1) On doit ranger dans la même catégorie les poils glanduleux dont on ne paraît pas avoir pressenti la véritable fonction. Ces organes, que j'appelle

des « producteurs d'albumine », ne se rencontrent, en règle générale, que sur les parties tendres des feuilles toutes jeunes ou de leurs pétioles; au début de leur formation ils ne contiennent pas d'albumine. Lorsque ces organes sont complètement développés, la production d'albumine commence, le poil se remplit et parfois se gorge d'albumine, cette condition dure un certain temps; l'albumine est ensuite évacuée, d'abord sous forme liquide, par les canaux latéraux, plus tard sous une forme plus solide, par la partie centrale de l'organe spécial; cet organe est alors plus ou moins vidé; ayant accompli sa fonction, il devient plus ou moins flasque, puis se détruit ⁽¹⁾.

« Les plantes qui sont aptes à fixer beaucoup d'azote n'ont pas besoin d'engrais azotés pourvu qu'elles trouvent au début de leur croissance des conditions favorables et puissent développer vigoureusement leurs « producteurs d'albumine ».

Dans son second mémoire ⁽²⁾, M. Jamieson a cherché à déterminer par des analyses le gain exact en azote.

Une première expérience a porté sur des plantes aquatiques cultivées dans de l'eau distillée additionnée d'engrais minéraux non azotés : l'*Hydrocharis morsus ranæ*, vulgairement la morrène aquatique et l'*Azolla caroliniana*, petite fougère aquatique de la famille des hydroptéridées.

A la fin de l'expérience, l'*Hydrocharis* contenait sept fois autant d'azote qu'au début et l'*Azolla* dix-sept fois.

D'autres plantes (*Lepidium sativum*, colza) ont été cultivées dans la terre; d'autres (*Stellaria media*, *Mimulus*) dans des solutions nutritives; toutes ont accusé un excédent d'azote.

Si les dosages de M. Jamieson sont exacts et s'il s'est placé dans des conditions telles que l'excédent d'azote ne puisse être at-

(1) Pour déceler la présence de l'albumine, M. JAMIESON a eu recours à trois réactifs différents : 1° l'iode qui colore l'albumine en brun; 2° le sulfate cuprique et la potasse qui la colorent en violet; 3° le nitrate de mercure et la chaleur qui la colorent en rouge.

(2) *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I, 1907, p. 1-46.

tribué qu'à l'azote élémentaire, voilà des résultats en opposition flagrante avec ceux qui ont été proclamés par BOUSSINGAULT, par LAWES et GILBERT et qui constitueraient un fait nouveau de la plus haute importance.

Aussi n'est-il pas étonnant que cette théorie nouvelle ait été immédiatement soumise à des essais de vérification.

III — Recherches faites à Selmechanya (Hongrie)

Le Dr GÉZA ZEMPLEN et M. JULIUS ROTH, attachés à la station centrale de recherches forestières de Hongrie à Selmechanya, viennent de publier leurs premières recherches à ce sujet dans le *Erdeszeti Kiserletek (Forstliche Versuche)*, organe de la station centrale de recherches forestières de Selmechanya (Hongrie) ⁽¹⁾. « Il est particulièrement intéressant pour le forestier, disent les savants hongrois, que Jamieson ait déjà fait des recherches sur divers arbres de nos bois. Il pense du reste que les arbres forestiers ne sont pas très propres à ces recherches; néanmoins il a trouvé des organes fixateurs d'azote chez l'érable champêtre (*Acer campestre*), le tilleul d'Europe (*Tilia europæa*), l'orme champêtre (*Ulmus campestris*), le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*), le hêtre commun (*Fagus sylvatica*), et l'épicéa concolore (*Picea concolor*).

« Ces organes présentent diverses formes. Tantôt ce sont des renflements pédicellés, tantôt des massues, tantôt des cellules en chapelet ou même de simples poils segmentés.

« Jamieson trouve la preuve de sa théorie, d'une part, dans les résultats des réactions (iode; réactif de Millon; biuret), de l'autre, dans ce fait que les organes fixateurs d'azote se présentent justement à leur maximum d'abondance dans les tissus les plus jeunes, c'est-à-dire là où le taux d'azote est le plus élevé.

(1) *Adatok az erdei fak nitrogen felveteléhez*, juillet 1908; 74 p. et 14 planches. Les auteurs ont donné de leur mémoire en langue hongroise un résumé en langue allemande sous le titre: *Beiträge zur Stickstoffaufnahme des Waldes*, 18 p.

« En outre, il a fait des dosages exacts avec certaines plantes et le résultat a montré une augmentation d'azote qui ne pouvait provenir que de l'air.

« A la suite des travaux de Jamieson, nous avons cherché ces organes assimilateurs d'azote dans nos arbres indigènes et dans quelques essences exotiques. Nos recherches confirment les vues de l'agronome écossais et leur donnent une plus large base puisque nous avons trouvé ces formations dans beaucoup de genres qu'il n'avait pas examinés.

« Des arbres sur lesquels il les a rencontrées nous en avons observé trois seulement (*Fagus*, *Sorbus*, *Tilia*).

« Pour le moment, nous laissons complètement de côté la question des bactéries et des mycorhizes. Cela nous conduirait sur un autre domaine et, en second lieu, les deux théories ne s'excluent certes point; il est très possible, et même très vraisemblable, que les plantes puisent l'azote élémentaire à la fois dans le sol et dans l'air.

« Nos recherches prouvent seulement que nos arbres forestiers, pris en pleine activité, possèdent des organes analogues à ceux trouvés par Jamieson, servant peut-être à divers buts, mais vraisemblablement destinés en première ligne à l'absorption directe de l'azote de l'air.

« Nos investigations se sont bornées jusqu'alors aux arbres et arbustes suivants :

Angiospermes

<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Juglans nigra</i> L.
<i>Æsculus hippocastanum</i> L.	<i>Juglans regia</i> L.
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	<i>Morus alba</i> L.
<i>Betula carpathica</i> Wild.	<i>Pavia flava</i> D. C.
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Quercus conferta</i> Kit.
<i>Corya alba</i> Nutt.	<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.
<i>Castanea vesca</i> Gaertn.	<i>Quercus sessiliflora</i> Sm.
<i>Celtis australis</i> L.	<i>Ribes grossularia</i> L.
<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Ribes rubrum</i> L.
<i>Corylus tubulosa</i> Wild. atropurp.	<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Robinia hispida</i> L.

<i>Rosa canina</i> L. et formes diverses.	<i>Viburnum opulus</i> L. <i>flore pleno</i> ,
<i>Sophora japonica</i> L.	<i>Zelkova Keaki</i> Siebold.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	et en outre
<i>Tilia grandifolia</i> Ehrh.	<i>Tradescantia virginica</i> .
<i>Tilia tomentosa</i> Much.	

Gymnospermes

<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Picea excelsa</i> Link.
<i>Cedrus Libani</i> Barr.	<i>Pinus excelsa</i> Wall.
<i>Ginkgo biloba</i> L.	<i>Pinus strobus</i> L.
<i>Larix europæa</i> D. C.	

« Le but principal de nos études préliminaires était d'avoir une idée générale des organes fixateurs d'azote chez les arbres pour comparer leurs formes et leur manière d'être vis-à-vis des réactifs.

« Maintenant que nous possédons cette idée générale, nous étudierons dorénavant les détails. Néanmoins, nous avons pensé qu'il était bon de publier déjà nos résultats; car *la conformité de nos recherches avec celles de Jamieson donne à la théorie un important appui et il est souhaitable que la question soit posée dans le grand public pour susciter un contrôle* (1).

« Nous avons utilisé les mêmes réactifs que Jamieson, réactifs bien connus du reste (l'iode qui donne avec l'albumine une coloration brune, le réactif Biuret une couleur allant du bleu violet au rouge et le réactif de Millon colorant en rouge foncé). Abstraction faite de ce que nous avons porté nos investigations sur des plantes dont Jamieson ne s'était pas occupé, nous croyons avoir fait un pas en avant. Ainsi, relativement aux fleurs et aux fruits, Jamieson dit qu'il ne les a pas examinés parce que les plantes renferment déjà de l'albumine avant qu'apparaissent fleurs et fruits. Nous avons examiné ces parties et trouvé sur les quinze

(1) C'est pour répondre au désir des auteurs et susciter le plus vite possible les recherches et les critiques sur cette nouvelle interprétation d'un fait si obscur et si important que nous donnons au public français les résultats des savants hongrois, aussitôt après la publication du résumé qu'ils viennent d'en faire en langue allemande.

espèces suivantes des organes fixateurs d'azote et présentant les réactions de l'albumine :

<i>Acer platanoides.</i>	<i>Ribes rubrum.</i>
<i>Acer pseudoplatanus.</i>	<i>Robinia hispida.</i>
<i>Carpinus betulus.</i>	<i>Rosa</i> (diverses espèces).
<i>Castanea vesca.</i>	<i>Tilia grandifolia.</i>
<i>Corylus avellana.</i>	<i>Tilia tomentosa.</i>
<i>Juglans regia.</i>	<i>Cedrus Libani.</i>
<i>Pavia flava.</i>	<i>Larix europæa.</i>
<i>Ribes grossularia.</i>	

« En outre, nous ne nous sommes pas contentés de la démonstration indirecte par les réactifs; nous avons analysé les organes, séparés des tissus, chez *Juglans regia* (fruit), *Robinia hispida* (fruit) et *Corylus avellana* (rameau).

« Nos figures sont toutes originales et, à ce propos, nous ferons remarquer que, contrairement à celles de Jamieson qui ne sont, dit-il, que schématiques, nous nous sommes efforcés de reproduire aussi fidèlement que possible la forme et la teinte des organes fixateurs.

Angiospermes

« Chez les arbres feuillus ces organes fixateurs ont généralement la forme de petites sphères pédicellées ou de massues; chez quelques espèces (*Tilia*, *Carpinus*, *Fagus*) ce sont des files de cellules sur de courts pédoncules; ailleurs (*Sorbus*, *Sophora*) des masses cellulaires ressemblant à des concombres.

« Chez quelques cupulifères il y a deux formes, une en tête ronde sur un court pédicelle et l'autre en longue file de cellules; ces deux aspects sont probablement deux stades évolutifs du même tissu.

« La couleur de tous ces organes est d'abord claire, — chez les variétés rouges, par exemple : le *Corylus tubulosa atropurpurea*, elle est d'un rouge carmin brillant — plus tard elle devient jaunâtre, puis rouge, même noirâtre. Non seulement la couleur,

mais la forme se modifie. Jusqu'à un certain degré de développement, ces organes s'accroissent; leurs cellules sont fermes et pleines; avec le temps elles se recroquevillent et l'ensemble se flétrit, comme les feuilles et les fleurs. Leur taille est généralement microscopique; elle oscille entre 0^{mm} 04 (*Morus*) et 1 millimètre (*Corylus*); chez les roses (*Crimson Rambler* et rose mousseuse), chez le *Robinia hispida* ces formations atteignent plusieurs millimètres.

« Elles sont soit isolées — *Quercus*, — soit en masses compactes — *Corylus*, *Robinia hispida*. — Généralement elles sont situées sur les pétioles et les nervures des feuilles, mais aussi sur les rameaux et les fruits.

« Prenons quelques exemples.

« On trouve les organes fixateurs d'azote chez l'érable à la base de la feuille, dans un petit creux, sous forme de petites têtes pédicellées ayant de 10 à 15 centimètres et aussi sur les fruits.

« Chez le charme (*Carpinus betulus*), ce sont de petites masses capitées ou claviformes sur les nervures des feuilles, sur les fruits. Longueur : 0^{mm} 05-0^{mm} 08 (Voir pl. I).

« *Fagus sylvatica* montre des files de cellules en chapelet sur un court pédoncule et d'environ 0^{mm} 1 de longueur, généralement sur le pétiole.

« *Fraxinus excelsior* possède de petits boutons (0^{mm} 06) qui, une fois développés, prennent la forme d'entonnoir. Ils sont placés dans des fossettes visibles à la face supérieure du pétiole à la base des deux nervures latérales.

« Chez les *Quercus* (*Q. conferta*, *Q. pedunculata*, *Q. sessiliflora*) on voit des organes de 0^{mm} 07 à 0^{mm} 08 en tête ronde sur un court pédicelle, répartis sur les jeunes feuilles et les jeunes rameaux.

Gymnospermes

« Dans ce groupe nous trouvons les appareils fixateurs d'azote sous forme de masses capitées pédicellées, mais souvent aussi

en poils simples, segmentés. Leur couleur est, comme chez les angiospermes, d'abord limpide comme l'eau, puis jaunâtre. Contrairement à ce qu'on voit dans le groupe précédent, ils se rencontrent aussi sur les parties âgées.

« *Abies alba* n'a que des poils simples segmentés d'environ 0^{mm} 3 sur les rameaux.

« *Cedrus Libani* possède des organes semblables sur les pousses et sur les écailles des cônes.

« *Ginkgo biloba* n'a que des poils sur les pétioles.

« *Larix europæa* montre sur les pousses allongées et sur les pédoncules des cônes des formations en massue, longues de 0^{mm} 04.

« *Picea excelsa*, *Pinus strobus* et *Pinus excelsa* ont de petites têtes pédicellées d'une longueur variant entre 0^{mm} 1 et 0^{mm} 06, généralement sur les rameaux (Voir pl. IV).

« Les résineux accusent des réactions bien plus faibles que les feuillus, de même que leurs organes fixateurs d'azote ont une forme moins saisissante. »

Pour qu'on puisse comparer les résultats de leurs recherches anatomiques et microchimiques avec le taux réel d'azote des arbres, les forestiers hongrois ont déterminé ce taux dans les espèces qu'ils ont observées. Ils ont employé la méthode de Kjeldahl. Les échantillons ont été desséchés à 105°. L'ammoniaque dégagée était reçue dans une solution normale décime d'acide sulfurique et l'acide en excès était titré avec une solution de soude au 1/10; comme indicateur on employait le méthylorange. On a analysé séparément les feuilles et les jeunes pousses.

Voici les résultats consignés dans un tableau où figure, avec le taux moyen d'azote, la date de la récolte des feuilles et pousses cueillies à Selmecbanya (Schemnitz en langue allemande), localité située sous parallèle de 48° 30 environ, à peu près à la même latitude que Paris et Nancy, sur le versant sud des monts Osztroski. C'est là, en dehors de toute théorie, un travail utile et important qui nous renseigne sur le taux en matières azotées des feuilles d'un grand nombre de végétaux ligneux, prises à peu près à la même date (entre le 10 et le 26 juin). Ces documents analytiques sont

toujours intéressants et c'est pourquoi nous jugeons utile d'en donner le relevé complet ⁽¹⁾.

Taux d'azote des feuilles		
Angiospermes	DATE de la récolte	TAUX d'azote
<i>Acer platanoides</i>	22 juin	3,13
<i>Acer pseudoplatanus</i>	12 —	2,44
<i>Æsculus hippocastanum</i>	12 —	2,86
<i>Alnus glutinosa</i>	23 —	3,29
<i>Betula carpathica</i>	12 —	2,25
<i>Carpinus betulus</i>	12 —	2,93
<i>Carya alba</i>	12 —	3,31
<i>Castanea vesca</i>	12 —	2,70
<i>Celtis australis</i>	12 —	3,34
<i>Corylus avellana</i>	12 —	3,14
<i>Corylus tubulosa atropurpurea</i>	17 —	2,96
<i>Fagus sylvatica</i>	17 —	2,46
<i>Fraxinus excelsior</i>	17 —	2,84
<i>Ilex aquifolium</i>	26 —	2,03
<i>Juglans nigra</i>	10 —	3,48
<i>Juglans regia</i>	10 —	3,60
<i>Morus alba</i>	23 —	3,95
<i>Quercus conferta</i>	10 —	3,05
<i>Quercus pedunculata</i>	23 —	3,09
<i>Quercus sessiliflora</i>	23 —	2,50
<i>Ribes grossularia</i>	17 —	2,69
<i>Ribes rubrum</i>	17 —	2,92
<i>Robinia hispida</i>	1 ^{er} -juillet	2,78

(1) Pour qu'ils eussent toute leur force démonstrative et pussent être utilement comparés avec d'autres analyses, il eût été bon d'indiquer dans quelles conditions de sol, d'éclairement, d'âge du végétal se trouvaient les feuilles ou pousses analysées; car on sait que ces circonstances influent (Voir *Les Sols forestiers*, par E. HENRY. Berger-Levrault et C^{ie}, 1908, *passim*). Voici les taux d'azote de feuilles cueillies du 12 au 20 juin soit dans la forêt de Haye, près Nancy, soit à Selmechanya, à peu près à la même latitude.

	SELMECHANYA	NANCY
<i>Carpinus betulus</i>	2,93	2,48
<i>Corylus avellana</i>	3,14	2,14
<i>Fagus sylvatica</i>	2,46	1,42
<i>Quercus sessiliflora</i>	2,50	2,29
<i>Fraxinus excelsior</i>	2,84	2,11

Les taux trouvés à Nancy sont notablement inférieurs. A quoi tiennent les différences?

	DATE de la récolte	TAUX d'azote
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	17 juin	4,41
<i>Rosa canina</i>	23 —	2,83
<i>Sophora japonica</i>	23 —	4,84
<i>Sorbus aucuparia</i>	23 —	3,12
<i>Tilia grandifolia</i>	12 —	3,51
<i>Tilia tomentosa</i>	22 —	2,59
<i>Viburnum opulus flore pleno</i>	17 —	3,51

Gymnospermes

<i>Abies alba</i>	10 —	1,16
<i>Cedrus Libani</i>	12 —	1,42
<i>Ginkgo biloba</i>	17 —	2,68
<i>Larix europæa</i>	17 —	2,83
<i>Picea excelsa</i>	10 —	1,38
<i>Pinus excelsa</i> (aiguilles de l'année)	17 —	1,92
<i>Pinus excelsa</i> (aiguilles des années précéd.)	17 —	1,70
<i>Pinus sylvestris</i>	23 —	1,70
<i>Pinus strobus</i>	10 —	1,85
<i>Thuya gigantea</i>	23 —	1,45

Taux d'azote des rameaux

Angiospermes

<i>Acer platanoides</i>	12 juin	0,94
<i>Acer pseudoplatanus</i>	12 —	0,96
<i>Æsculus hippocastanum</i>	12 —	1,53
<i>Alnus glutinosa</i>	23 —	1,12
<i>Betula carpathica</i>	12 —	0,75
<i>Carpinus betulus</i>	12 —	1,18
<i>Carya alba</i>	12 —	1,13
<i>Castanea vesca</i>	12 —	1,01
<i>Corylus avellana</i>	12 —	1,00
<i>Celtis australis</i>	12 —	1,16
<i>Corylus tubulosa atropurpurea</i>	17 —	0,88
<i>Fagus sylvatica</i>	17 —	0,56
<i>Ilex aquifolium</i>	26 —	0,83
<i>Juglans nigra</i>	10 —	1,76
<i>Juglans regia</i>	10 —	1,42
<i>Morus alba</i>	23 —	1,10
<i>Quercus conferta</i>	10 —	0,82
<i>Quercus pedunculata</i>	23 —	0,99
<i>Quercus sessiliflora</i>	23 —	0,83
<i>Ribes grossularia</i>	17 —	1,02

	DATE de la récolte	TAUX d'azote
<i>Ribes rubrum</i>	17 juin	0,86
<i>Robinia hispida</i>	1 ^{er} juillet	1,49
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	17 juin	1,84
<i>Rosa canina</i>	23 —	1,09
<i>Sophora japonica</i>	23 —	1,44
<i>Sorbus aucuparia</i>	23 —	0,99
<i>Tilia grandifolia</i>	10 —	0,72
<i>Tilia tomentosa</i>	10 —	0,84
<i>Viburnum opulus flore pleno</i>	17 —	2,13

En moyenne, le taux d'azote est de 3,09 ‰ dans les feuilles des Angiospermes avec un minimum de 2,03 et un maximum de 4,84 chez le *Sophora japonica* qui est une papilionacée comme le robinier, très riche aussi en azote (4,41). MM. FLICHE et GRANDEAU (*Sols forestiers*, p. 15) ont aussi constaté chez le robinier cette richesse remarquable en matières protéiques. Quand les feuilles de merisier, de bouleau, de châtaignier cueillies au mois de mai ne contiennent respectivement que 2,00, 2,51, 2,12 d'azote, ce taux s'élève à 3,59 chez le robinier (1). Chez les gymnospermes le taux moyen n'est que de 1,81 ‰ avec des variations entre 1,16 et 2,83 (2).

« Ceci, disent les forestiers hongrois, peut être en relation avec le fait que les organes fixateurs d'azote sont bien plus développés chez les angiospermes et montrent des réactions beaucoup plus nettes.

« La durée de l'assimilation est vraisemblablement plus courte chez les angiospermes; leur activité est par suite plus intense.

« Ces vues sont fortifiées par ce que montrent l'*Ilex aquifolium*, le *Larix europæa* et le *Ginkgo biloba*.

« Chez l'*Ilex* nous n'avons pu trouver jusqu'ici d'organes fixateurs. Cet angiosperme à feuilles persistantes occupe le dernier

(1) Dans la théorie de la fixation de l'azote par les tubercules radicaux des légumineuses, ce fait, général pour les plantes de cette famille, s'explique très bien par l'activité des bactéries.

(2) C'est la confirmation d'un fait bien connu pour les feuilles vivantes comme pour les feuilles mortes (Voir *Sols forestiers*, p. 229).

rang des feuillus quant au taux d'azote et reste sous ce rapport bien en dessous des gymnospermes à feuilles caduques (*Larix*, *Ginkgo*) qui se rapprochent nettement par là des feuillus. »

Voici, du reste, les principales conclusions de MM. ZEMPLÉN et ROTH :

« Nos recherches élargissent la théorie de Jamieson; nos résultats semblent confirmer ses vues.

« Les trichômes sont depuis longtemps connus, mais on ne leur a attribué jusqu'ici qu'un rôle de très faible importance en physiologie.

« Le Dr C.-A. WEISS les décrit déjà en 1878 d'une manière très explicite ⁽¹⁾ : « La signification physiologique des trichômes est « sûrement très compliquée et importante : protection contre l'ex-
« cès d'échauffement et de refroidissement, contre la dessiccation ;
« ils augmentent la surface d'évaporation, d'absorption, d'assimi-
« lation, facilitent la fécondation (insectes) ; ils servent sûrement
« à l'absorption et à l'écoulement de l'électricité atmosphérique. »

« Les ouvrages de physiologie souvent cités de FRANK, POTONIÉ, JOST et PFEFFER ne parlent des trichômes que superficiellement et leur attribuent principalement un rôle dans la transpiration et la sécrétion ainsi que dans la protection des plantes. Beaucoup d'autres auteurs soutiennent des opinions analogues, si bien qu'en général les trichômes jouent en physiologie un rôle très subordonné, à l'exception des plantes carnivores dont les poils sécréteurs ont des fonctions très aisément discernables.

« C'est seulement au point de vue anatomique, morphologique qu'ils ont été bien étudiés.

« D'après les recherches de Jamieson et les nôtres, il nous faut accorder à ces trichômes une signification physiologique de grande importance.

« Bien que, pour abréger le discours, nous parlions dans les lignes qui précèdent d'organes « fixateurs d'azote », nous ne voulons nullement affirmer que le rôle des trichômes soit dès maintenant admis sans restriction. Il faudra encore beaucoup de recherches

(1) *Anatomie der Pflanzen*, Wien, 1878, p. 352-382.

pour résoudre les doutes et les objections qui se présentent et pour voir bien clair dans le phénomène.

« Mais, à notre avis, il y a un fait incontestable : *Les arbres possèdent dans les formations précédemment décrites des organes manifestement analogues dont on ne peut méconnaître l'importante activité fonctionnelle.* L'analogie se déduit non seulement de la forme de la situation et du développement, mais aussi, fait capital, de l'identité des réactions.

Il n'y a pas de doute, d'après leur manière d'être vis-à-vis des réactifs, que ces organes doivent jouer un rôle physiologique dans la vie des arbres. La signification de ces réactions est encore soulignée par ce fait que les *tissus voisins* — sauf de rares exceptions — *ne réagissent pas du tout ou seulement à peine*, et que les trichômes bien développés donnent la coloration la plus nette justement dans cette partie que, d'après leur forme, nous regardons comme le centre de leur activité. Il suffit, pour se convaincre de la vérité de notre dire, de se reporter aux planches qui terminent cet article.

La planche I montre l'organe fixateur du charme, poil pluricellulaire en tête très intensément coloré par l'iode qui ne provoque pas du tout la réaction des matières protéiques dans les cellules avoisinantes. Au-dessous, on voit, représentées au même grossissement de 425, les formations analogues du châtaignier; les cellules terminales seules réagissent fortement à la solution Biuret.

Dans la planche II on voit sous deux grossissements différents (190 et 430) la file de cellules des poils fixateurs du noyer, terminés par une masse globuleuse multicellulaire; tête et pédicelle réagissent très fortement, soit à l'iode, soit au réactif Biuret quand les tissus voisins restent inertes.

La planche III représente, aux grossissements soit de 160, soit de 510, les organes que MM. Zemplen et Roth considèrent comme fixant l'azote chez le *Robinia hispida* et *R. pseudo-acacia*. Chez ce genre de papilionacées dont les racines sont généralement munies de nombreux tubercules radicaux, les analyses (voir le tableau) accusent dans les feuilles, chez le *R. pseudo-acacia* (robinier faux acacia) tout au moins, un taux d'azote très élevé. Dans la théorie

de Hellriegel, cet azote provient des tubercules radicaux; dans la théorie de Jamieson, de ces poils capités dont la tête est si fortement colorée par l'iode.

Sur la planche IV sont figurés les organes fixateurs de l'épicéa (*Picea excelsa*) et du pin Weymouth (*Pinus strobus*). Ils ont aussi la forme de poils capités pédicellés dont la tête — et la tête seule — est très intensément brunie par l'iode ⁽¹⁾.

« Comme cette réaction, continuent les auteurs, indique, à n'en pas douter, la présence de l'albumine, on ne peut se refuser à admettre qu'il y a dans ces organes des matières albuminoïdes en bien plus grande quantité que dans les autres tissus, à l'exception de ceux où l'albumine s'accumule (graines) et pour lesquels justement les trichômes doivent la fabriquer.

« On peut se demander seulement si l'albumine est réellement formée dans ces organes avec l'intervention de l'azote de l'air ou si ce n'est pas de l'albumine produite dans d'autres parties de la plante qui s'y dépose.

« Nos recherches, ainsi que celles de Jamieson, s'élèvent contre cette dernière opinion.

« Dans leur prime jeunesse les organes fixateurs ne réagissent pas encore. Ce n'est qu'après un certain degré de développement que commence la coloration et toujours au sommet de l'organe; plus tard seulement se colorent les parties inférieures, quand très souvent les régions supérieures, déjà mourantes, ne réagissent plus ⁽²⁾.

« Si les substances réagissantes venaient des autres tissus pour se déposer au sommet des poils, la coloration devrait s'accuser déjà dans le pied. Naturellement, nous n'avons pu observer la

(1) Dix planches coloriées figurent dans le travail original; nous en reproduisons seulement quatre des plus caractéristiques. Nous adressons nos sincères remerciements aux deux savants hongrois qui nous ont gracieusement envoyé leurs galvanos.

(2) A cet égard les organes du *Castanea vesca* (Pl. 1) sont très démonstratifs. On y voit (à droite et à gauche d'un trichôme trop jeune pour se colorer et d'un autre en train de se détruire dont les cellules inférieures seules sont teintées) deux organes en pleine activité dans leur région supérieure.

succession des teintes sur un seul et même organe; mais nous avons pu déterminer le degré de développement d'après la grandeur et la forme, par comparaison. Les organes jeunes n'ont souvent qu'une forme approchée; jusqu'à ce qu'ils aient la grandeur normale, ils sont transparents et incolores; plus tard, ils deviennent jaunâtres, puis jaunes ou rouges (couleur sépia chez le *Sophora*). Les organes incolores ont les cellules turgescentes, les jaunes commencent à se ratatiner; les pédicelles se recroquevillent; l'organe se flétrit.

« Si nous considérons maintenant que les essais avec lesquels BOUSSINGAULT a démontré autrefois que les plantes ne peuvent absorber l'azote de l'air, prêtent à des objections, qu'il y a encore beaucoup d'obscurité dans la question de l'absorption de l'azote par les plantes ⁽¹⁾, que la forêt a le pouvoir non seulement de maintenir, mais d'augmenter le taux d'azote du sol ⁽²⁾, malgré la grande consommation azotée faite par les arbres, nous arrivons alors à la conviction que la théorie de Jamieson a beaucoup pour elle et que l'activité bien démontrée des trichômes consiste réellement à rendre assimilable par les arbres l'azote inépuisable des masses atmosphériques. »

IV — Objections

Nous voici donc en présence d'une explication nouvelle de ce fait passionnément discuté depuis plus d'un siècle.

Il peut très bien se faire que les vues de Jamieson soient conformes à la réalité des faits.

(1) Citons ici seulement Jost qui, dans son récent ouvrage (*Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 1908) montre que BOUSSINGAULT s'est beaucoup occupé des légumineuses et n'a cependant pu mettre en évidence leur faculté déjà bien connue (p. 153). Il dit en outre (p. 279) que l'existence d'une symbiose entre le *Bacterium radicicola* et les légumineuses n'est pas encore bien éclaircie, et finalement il conclut (p. 283) que la mycorhize n'agit peut-être pas du tout pour subvenir aux exigences azotées des phanérogames et qu'elle peut n'être qu'un simple parasite.

(2) Voir *Les Sols forestiers*, p. 203-223.

En tout cas, cette théorie, qui vient de recevoir en Hongrie déjà une sorte de confirmation, n'est pas de celles qu'on rejette sans les discuter.

Elle mérite de subir l'épreuve d'une critique sévère. Si elle répond victorieusement aux objections, si elle est confirmée par des analyses rigoureuses, il faudra bien qu'elle prenne rang dans la science.

Mais précisément parce qu'elle se présente avec des apparences d'exactitude, il faut appeler l'attention sur elle et susciter de nouvelles recherches.

Nous permettra-t-on de faire aux idées et aux recherches de M. Jamieson quelques critiques :

1° En ce qui concerne la négation de la théorie des tubercules radicaux, il est par trop évident que M. Jamieson a omis de parti pris les expériences ou les opinions des auteurs (tels que WARD, MAZÉ, BEYERINCK, PRAZMOWSKY, etc.) qui ne sont pas favorables à sa thèse.

Il est avéré par les cultures sur milieux artificiels et par les inoculations que les microbes des nodosités sont bien des bactéries.

Les champignons, tels que le *Cladochytrium*, trouvés parfois dans les tubercules, sont, d'après l'opinion actuelle du professeur VUILLEMIN lui-même (communication verbale), des organismes surajoutés;

2° Ces organes, soi-disant fixateurs d'azote ou producteurs d'albumine, ne se trouvent, dit l'auteur, que *sur les parties tendres des feuilles tout à fait jeunes*; mais, à ce stade, tous les organes sont très riches en matières protéiques, élément essentiel du protoplasma formateur des cellules. Les cellules de la zone cambiale en voie de partition sont, chez nos arbres forestiers, gorgées d'albumine pendant la formation de l'anneau ligneux. Dira-t-on qu'elles sont, elles aussi, fixatrices d'azote ?

Après un certain temps, la cellule de cet anneau ligneux, quand elle a achevé sa croissance, perd la plus grande partie de ses matières azotées qui émigrent vers les points où se font des partitions nouvelles ; c'est là un fait général ;

3° Les expériences de Jamieson sur l'*Hydrocharis morsus ranæ* et sur l'*Azolla caroliniana*, dans lesquelles il a constaté soit sept fois, soit dix-sept fois plus d'azote que dans les plantes initiales, ne sont pas absolument convaincantes, *parce qu'elles ont été faites à l'air libre* et que dans l'air il y a de l'ammoniaque qui est, on le sait, absorbée par les parties vertes (1).

Mais il est facile de lever tous les doutes et d'établir la théorie de Jamieson sur des bases inébranlables. Il suffit de cultiver les plantes expérimentées (*Hydrocharis*, *Azolla*, *Lepidium sativum*, colza) dans une atmosphère limitée de volume connu et absolument dépourvue de nitrates et d'ammoniaque, comme MM. Schlœsing fils et Laurent l'ont fait pour des pois. L'analyse des gaz a montré qu'après trois mois de végétation, un certain volume d'azote avait disparu parce qu'il s'était fixé sur les plants ou sur le sol et, en effet, l'analyse de ces derniers indiqua précisément cette même valeur pour le gain d'azote.

Si l'on obtient les mêmes résultats pour les plantes dotées de ces organes « fixateurs d'azote », toutes les objections tombent, la captation de l'azote élémentaire de l'air par les plantes est un fait démontré (2).

(1) SCHLÆSING a montré que les feuilles de tabac avaient absorbé les trois quarts de l'ammoniaque qu'on leur offrait et que cette ammoniaque avait servi à la production des matières albuminoïdes, sans accroître le taux de la nicotine.

Dans les expériences de MAYER (*Landw. Versuchs-Stat.*, t. XVII, 1874), les parties vertes ont assimilé l'ammoniaque de l'air et à cette absorption correspond un accroissement dans le poids de la matière organique.

(2) Si la théorie de JAMIESON est exacte, s'expliquerait bien mieux que par les faits actuellement connus la faculté incontestable que possède la forêt d'enrichir notablement le sol en azote. On trouvera dans les *Sols forestiers*, par E. HENRY (p. 203-223) à peu près tout ce que l'on sait actuellement sur ce sujet. « Pour étayer la théorie de M. Jamieson, disons-nous dans ce livre (p. 212), il faudrait élever dans un sol de teneur azotée connue les plantes indiquées par l'auteur comme étant en dehors des légumineuses les mieux douées sous le rapport de la fixation de l'azote (*Spergula arvensis*, *Stellaria media*, *Urtica dioica*), analyser au bout d'un certain nombre de récoltes ce sol, ainsi qu'un sol identique témoin nu et voir si le sol garni de plantes s'est sensiblement plus enrichi en azote que le sol nu. L'expérience est facile à

Nul doute que ces expériences ne soient faites prochainement. L'intérêt théorique et pratique du problème est assez puissant pour exciter le zèle des expérimentateurs.

faire. » Il y aurait à tenir compte de l'azote combiné de l'atmosphère qui aura été utilisé par les plantes; mais, si le gain d'azote est très notable, il devient fort probable que l'azote élémentaire aura été mis à contribution.

VALEUR MORPHOLOGIQUE ET BIOLOGIQUE

DES

TUBERCULES RADICAUX DES LÉGUMINEUSES

Par M. Paul VUILLEMIN

J'ai publié, en 1888, un mémoire sur les tubercules radicaux des Légumineuses. J'avais abordé cette étude deux ans auparavant, me proposant simplement d'éclaircir un problème d'anatomie.

Ces nodosités sont formées en grande partie par une sorte de moelle charnue, dont les cellules ont un noyau énorme plongé dans une masse opaque de texture particulière. Les éléments libéro-ligneux sont représentés par de fins cordons, ayant leurs vaisseaux en dehors, leur liber en dedans, courant à la périphérie du tissu charnu, sous une écorce assez mince. Une coupe pratiquée vers le milieu du tubercule rappelle celle d'une tige dont les faisceaux collatéraux seraient simplement intervertis. Mais, si l'on examine les coupes successives jusqu'au niveau d'insertion des tubercules sur la racine mère, on voit les faisceaux confluer soit en un seul cordon qui a la structure d'un cylindre central de radicle et s'insère de même en face d'un cordon ligneux, soit en plusieurs cordons semblables superposés, soit en un nombre variable de cordons qui se rattachent à deux cordons ligneux de la racine mère. Le système conducteur du tubercule dérive donc du système conducteur d'une radicle ou de plusieurs radicles, superposées ou juxtaposées, concrescentes en une masse

unique. Dans le premier cas, le tubercule est superposé au bois comme une radicelle ordinaire ; dans le second, il est superposé au liber, ou plutôt sa large base d'implantation franchit l'espace libérien qui sépare deux bandes vasculaires voisines. Ces gros tubercules sont de véritables gamorhizes ou racines agrégées, dont les faisceaux présentent à la base la disposition décrite par VAN TIEGHEM et DOULIOT sous le nom de polystélie apparente. Je n'ai jamais observé dans les tubercules de Légumineuses la polystélie vraie de ces savants.

Les tubercules radicaux ont donc d'importants caractères communs avec les radicelles, simples ou agrégées. La fasciation des radicelles est un phénomène peu commun. Bien que le cordon péricyclique superposé au bois soit apte à produire un membre latéral en un point quelconque de sa longueur, il réalise cette propriété en des points successifs et suffisamment éloignés entre eux, comme si l'émission d'une radicelle épuisait pour un certain temps et dans une certaine étendue la capacité rhizogénique.

L'accumulation des tubercules en un même point, ou leur confluence en membres agrégés, provient de ce que l'activité du péricycle est mise en jeu par une cause spéciale, par une irritation d'origine étrangère, qui se fait sentir d'une façon intense et prolongée sur des régions limitées de la racine.

Les tubercules des Légumineuses sont des radicelles, dont la naissance et le développement sont déterminés par des organismes provenant du dehors. Au moment où parut mon mémoire de 1888, HELLRIEGEL et WILFARTH venaient de démontrer l'intervention d'agents vivants, en prouvant les propositions suivantes :

1° Dans du sable stérilisé, l'assimilation et l'accroissement des Légumineuses sont absolument nuls quand ce sable ne contient aucune combinaison azotée ; 2° si l'on ajoute de telles combinaisons, les Légumineuses s'accroissent, mais exclusivement aux dépens et dans la proportion des quantités d'azote fournies ; 3° si l'on ajoutait une lavure de terre convenablement choisie, contenant des composés azotés et autres aliments à dose infinitésimale, les Légumineuses se développaient d'une façon absolument normale, que le sable eût été, au préalable, stérilisé ou non, qu'il fût privé d'azote ou pourvu d'une quantité moyenne de ce corps. La récolte présentait un gain notable d'azote, dont ne pouvait rendre

compte la teneur du sol en azote. Pour certaines espèces de Légumineuses, il suffisait, pour obtenir ce résultat, de ne pas garantir le sable stérilisé contre le réensemencement par les germes de l'air; 4° ce qui distinguait essentiellement l'influence de ces lavures de terres de celle d'une addition de nitrates, c'est que ces lavures perdaient leur vertu par la coction ou même par une température atteignant 70°; 5° le gain en azote, dans ces recherches, provient exclusivement de l'azote libre de l'air; 6° à cette fixation d'azote libre se liait toujours un puissant développement de tubercules radicaux, qui faisait toujours défaut dans le cas de fixation d'azote combiné dans un sol stérilisé; l'apparition des tubercules sur les racines devançait constamment les premiers symptômes de croissance et d'assimilation dans les parties aériennes.

Les notions les plus discordantes avaient cours sur la nature des organismes étrangers qui provoquent l'apparition des tubercules et la fixation corrélative de l'azote de l'air. On ne les avait pas vus au dehors et l'on avait aperçu, dans les tubercules, divers aspects insolites, dans lesquels les uns croyaient voir des Bactéries ou des Champignons, les autres de simples modifications du protoplasme des cellules déformées. J'acceptai l'opinion récemment émise par BRUNCHORST, suivant laquelle les corps bacilliformes irréguliers, ramifiés et anastomosés, qui remplissent les cellules opaques, à noyau énorme, des tubercules, sont des bactéroïdes, représentant un cytoplasme hypertrophié dans la même mesure que le noyau. Cette conception était d'autant plus admissible qu'il ne semblait pas y avoir de connexion étroite entre les bactéroïdes logés au cœur du tubercule et des filaments d'aspect très spécial, exactement localisés sur le chemin nécessairement parcouru par l'organisme étranger pour arriver du dehors à l'assise rhizogène, et nommés filaments infectants dans mon mémoire de 1888.

Dans le cas où les tubercules prennent naissance dans les bandes du péricycle ou assise rhizogène superposées aux vaisseaux auxquels se grefferont directement ceux du nouveau membre, le filament infectant traverse l'écorce en suivant une direction qui s'écarte peu du rayon vasculaire prolongé, ainsi que je l'ai figuré en 1888 (Pl. II, fig. 19 et 20); quand, au contraire, la radicelle agrégée raccorde ses vaisseaux à deux bandes vascu-

lares de la racine mère, on peut le voir (*ibid.*, fig. 21) franchissant l'endoderme en face du liber et abordant le péricycle en un point où son action irritante a mis en jeu simultanément l'activité de deux bandes rhizogènes correspondant aux vaisseaux voisins.

Le rôle étiologique des « filaments infectants » ressort avec évidence de leur localisation et de leurs rapports étroits avec les portions rhizogènes du péricycle d'où procèdent les radicules tuberculeuses. Aucun fait nouveau n'est venu infirmer la démonstration de cette donnée que nous avons établie il y a plus de vingt ans. La nature de ces filaments n'a été élucidée que beaucoup plus tard, après avoir provoqué une série d'interprétations inexactes, dont l'histoire ne laisse pas d'être instructive.

Ces filaments furent longtemps considérés comme des traînées muqueuses appartenant à quelque organisme comparable aux Mycétozoaires. Dans une note parue le 1^{er} avril 1888 dans le *Journal de Botanique*, je remarquai que ces filaments résistent dans l'acide sulfurique et offrent une paroi qui se colore en bleu par l'action consécutive de la teinture d'iode. Cette donnée fut signalée presque en même temps par PICHÉ et confirmée par A. KOCH. J'en conclus que ces filaments ont une paroi cellulosique et représentent un mycélium; que, par conséquent, l'agent parasitaire qui provoque la formation des tubercules radicaux est un Champignon.

Ces filaments à gaine cellulosique sont dépourvus de cloisons, comme les Phycomycètes. On peut voir, dans les figures citées, qu'ils ont un calibre irrégulier, qu'ils envoient des diverticules fusant dans les méats intercellulaires. Par places, ils offrent des boursouflures, terminales ou intercalaires, sortes d'anévrysmes à paroi amincie et fragile, laissant parfois échapper des granulations de forme variable, dont la texture ne put être définie par les objectifs peu puissants dont je disposais autrefois. Ces vésicules ressemblaient à des sporocystes mal développés; mais ces filaments et ces vésicules n'offraient pas les éléments d'une diagnose plus précise du prétendu Champignon.

Ne trouvant rien de plus dans les tubercules en pleine évolution, j'examinai vers la fin de l'hiver des tubercules à demi vidés, dans lesquels l'affaiblissement de la Légumineuse donnait peut-être un regain de vigueur au parasite, de même que l'Algue, dans

un Lichen, se met à fructifier pour son compte quand le Champignon associé péricle.

Dans ces conditions, je trouvai chez des *Galega*, *Medicago*, etc., des filaments rappelant assez bien, par leur calibre, leur réfringence, leur cavité continue, les filaments infectants, mais terminés par des renflements d'où s'échappaient des cellules mobiles, semblables à des Monades. Les corps monadiformes avaient un gros globule réfringent excentrique, un fouet unique, inséré sur une extrémité élargie. L'extrémité opposée était contractile, englobait ou rejetait des corpuscules figurés, semblables à des Bactéries. On voyait de semblables éléments unis par leur extrémité opposée au fouet : ce qui indiquait soit un accouplement, soit une division.

Ce type monadiforme se rencontre parmi les Chytridinées. Le genre *Cladochytrium* possède, en même temps que les zoospores de type animal, des filaments comparés aux éléments des Champignons à thalle continu. Supposant que les éléments monadiformes sont les zoospores du Champignon filamenteux dont ils remplissent les renflements terminaux, je me crus autorisé à décrire cet organisme sous le nom de *Cladochytrium tuberculorum*. J'émis, avec réserve d'ailleurs, l'hypothèse que les filaments infectants, avec leur gaine cellulosique et leur contenu granuleux, étaient les états jeunes et aberrants de la même espèce.

Les faits étaient exacts, bien qu'incomplets. L'interprétation était absolument erronée. Le prétendu *Cladochytrium tuberculorum* comprend quatre espèces différentes, associées deux à deux par des liens morphologiques et biologiques si étroits qu'il faut une grande attention pour déterminer ce qui appartient à chacun d'eux. Ce sont d'une part une Chytridinée et une Péronosporée envahissant secondairement les tubercules âgés et se nourrissant à leurs dépens, d'autre part un Champignon bacilliforme et des produits réactionnels de la Légumineuse elle-même, constituant autour de lui des enduits délicats ou des gaines rigides, selon le degré de développement des cellules envahies, et formant avec lui des bactéroïdes ou des hyphoïdes.

*
* *

La Péronosporée est un *Pythium*. Ses filaments traversent les cloisons cellulaires avec effraction, en passant par la brèche. Ils

portent des oogones chargés de filament anthéridiens et contenant chacun une seule oospore sphérique, lisse, à paroi épaisse, brune, ne remplissant pas l'oogone, atteignant $17,5\mu$ de diamètre. C'est peut-être le *Pythium Baryanum* Hesse.

Certains rameaux du *Pythium* sont terminés par des renflements qui font songer à des spores asexuées, mais qui contiennent, d'ordinaire, soit une spore durable qui les remplit imparfaitement, soit les zoospores uniflagellées qui nous avaient fait, dès l'abord, songer à une Chytridinée. Sur ce point, nous ne nous trompons pas. Il s'agit en effet d'une Chytridinée parasite du *Pythium*, laquelle, au lieu de développer un appareil nourricier filamenteux à la façon des *Cladochytrium*, emprunte un abri à un Phycomycète. Cette Chytridinée rentre dans le genre *Pleolpidium*, créé par A. FISCHER pour des parasites de Saprologniées et de Monoblépharidées, s'appropriant si bien les spores ou zoocystes de leur hôte qu'on ne parvient pas à établir une démarcation entre l'enveloppe propre des zoospores du parasite et celle de l'élément hospitalier. BUTLER a décrit, en 1907, trois espèces nouvelles de *Pleolpidium*, parasites des *Pythium*. L'une d'elles, le *Pleolpidium cuculus*, a des zoocystes constamment développés au sommet des rameaux de *Pythium intermedium*, dans les spores dont on ne parvient pas à les distinguer.

Notre espèce concorde avec le *Pleolpidium cuculus* par son habitat dans les spores de *Pythium*. Les zoocystes atteignent environ 20μ d'après les mesures indiquées dans mon mémoire de 1888 (p. 76 du tirage à part); c'est également le diamètre assigné par BUTLER au *Pl. cuculus*. Les spores durables ont également les parois lisses. D'après nos dessins, elles sont ovales et varient de $17,5\mu$ sur $15,4\mu$ à 23μ sur 20μ , sans remplir la cavité hospitalière. Celles de *Pl. cuculus* ont, selon BUTLER, 12 à 17μ de diamètre. Nos zoospores ont la forme et la structure de celles de BUTLER; elles semblent pourtant plus grandes et moins nombreuses. La Chytridinée des tubercules de Légumineuses est donc, non un *Cladochytrium*, mais un *Pleolpidium* voisin du *Pl. cuculus*. Le nom spécifique fondé pour la portion qui a des caractères de Chytridinée doit persister. C'est donc sous le nom de *Pleolpidium tuberculorum* que ce parasite prendra place tout près du *Pleolpidium cuculus* Butler, dont il se distingue par les spores durables et les zoospores plus volumineuses.

*
* *

Le véritable agent producteur des tubercules de Légumineuses répond à la notion vulgaire de Bactérie, par ses dimensions, par son aspect superficiel, par la capacité de se multiplier dans les milieux artificiels.

On ne l'a pas obtenu du premier coup sans mélange de germes étrangers. Dès 1888, BEYERINCK obtient des cultures en ensemençant, avec le contenu des tubercules jeunes, des milieux stérilisés, et il reproduit les tubercules en inoculant ses cultures. Ce succès montre bien que les cultures renfermaient l'agent producteur des tubercules, mais non qu'elles le contenaient à l'état de pureté. BEYERINCK observe dans ses cultures des formes variées : bâtonnets immobiles, assez polymorphes, zoospores mobiles d'une finesse extrême. Il réunit le tout sous le nom de *Bacillus radicolica*. Le *B. radicolica* ne fixe pas l'azote gazeux, mais il se montre avide d'asperagine, qu'il assimile et transforme en matières albuminoïdes.

E. BRÉAL signale en même temps que BEYERINCK des résultats analogues.

FRANK (15 octobre 1889) obtient aussi des cultures polymorphes. La variété des formes rapportées au parasite, soit dans la nodosité elle-même, soit dans les milieux artificiels, justifie à ses yeux la création d'un genre nouveau. Le nom de *Rhizobium leguminosarum*, dit-il, ne préjugera pas sa place dans les Myxomycètes ou les Bactéries. BEYERINCK, de son côté, en 1890, émet l'opinion que son *Bacillus radicolica* est étroitement allié avec les *Actinomyces*.

Émile LAURENT (1890) est, croyons-nous, le premier expérimentateur qui ait réussi à isoler le *Rhizobium* à l'état de pureté. Ses cultures diffèrent des précédentes, non moins par leur aspect que par leurs propriétés physiologiques. A ces deux points de vue, elles concordent avec les formes observées dans les tubercules et avec les fonctions spéciales de ces organes symbiotiques. LAURENT obtient des colonies dans des milieux dépourvus de toute combinaison azotée et défavorables aux microbes vulgaires. Les seuls déplacements observés dans ces colonies sont de la nature du mouvement brownien. L'organisme cultivé présente des formes

en Y et en T et des formes plus compliquées, rappelant exactement divers aspects rapportés aux bactéroïdes. Ces formes sont comparées au *Pasteuria ramosa* trouvé par METCHNIKOFF dans le corps des Daphnies. Les *Pasteuria* et les organismes des nodosités de Légumineuses paraissent à E. Laurent susceptibles de constituer un groupe distinct, intermédiaire entre les Bactéries et les Champignons filamenteux inférieurs, le groupe des Pasteuriacées.

En même temps qu'il faisait ces importantes constatations sur le microbe des nodosités, E. Laurent publiait avec Schlœsing fils des expériences démontrant par la méthode directe la fixation de l'azote gazeux par les Légumineuses dont les racines étaient chargées de tubercules. Cette méthode consiste à mesurer, avant et après la culture, le gaz azote mis en présence des plantes. La différence, indiquant l'azote fixé, était nulle quand les semis des Légumineuses avaient été effectués dans un sol stérile, non additionné d'émulsion de tubercules, et que les racines étaient restées exemptes de tubercules.

En dépit de l'habitude invétérée de parler des Bactéries des Légumineuses, tous les auteurs qui ont regardé de près ces organismes ont reconnu, dès le début, qu'ils répondaient mal à la notion banale de Bactéries. Le mot Bactérie, nous le savons aujourd'hui, ne s'applique pas à un groupe naturel; il rappelle une apparence superficielle, susceptible d'être revêtue par des êtres d'origines variées. Le Bacille de Koch par exemple, l'agent de la tuberculose de l'homme, a moins d'affinité avec le Bacille de la fièvre typhoïde qu'avec les Champignons qui causent l'actinomycose. C'est également du côté des *Actinomyces* que Beyerinck cherche les affinités du parasite des Légumineuses, bien qu'il l'ait nommé *Bacillus radiculicola*.

Il ne semble pas, à première vue, que les tubercules des Légumineuses aient d'autre rapport avec les tubercules du poumon qu'une analogie de forme qui leur a fait assigner le même nom. L'habitude de juger les phénomènes biologiques par leurs conséquences a fait opposer les processus salutaires, dont les premiers sont le produit, aux processus délétères dont les seconds sont un triste exemple. Mais un même mécanisme peut entraîner des conséquences opposées, selon les circonstances dans lesquelles il s'accomplit. Dans les deux cas nous trouvons, au début, une suractivité locale mise en jeu par une excitation parasitaire. La

réaction initiale du poumon envahi par le Bacille de Koch se traduit par la formation de cellules géantes à noyaux multiples. Nous trouvons également des cellules géantes dans la radicelle envahie par le *Bacillus radicolica*. Naturellement, la réaction des méristèmes végétaux n'est pas identique, dans sa modalité, à celle des éléments mobiles et amiboïdes de l'homme. Les cellules géantes des tubercules radicaux ont un noyau unique, mais jusqu'à quatre à cinq fois plus grand en diamètre que les noyaux des parenchymes qui ont échappé à l'irritation parasitaire.

Le *Bacillus radicolica*, comme le *Bacillus tuberculosis*, doit sortir du chaos des Bactéries. Il en doit être nettement exclu. Nous ne pensons pas qu'il représente un terme de passage des Bactéries, c'est-à-dire de l'indéterminé, aux Myxomycètes ou aux Champignons filamenteux. S'il a des analogies de forme avec les Bactéries, il n'offre avec elles aucune affinité démontrée. C'est un Champignon. Le Champignon des Légumineuses présente à l'égard des *Actinomyces* et du Bacille de Koch des différences frappantes, bien précisées par E. Laurent. Il ressemble plutôt aux *Pasteuria*, tout en offrant un ensemble de caractères qui justifie la création d'un genre distinct. Nous garderons pour lui le genre *Rhizobium* Frank, en le définissant d'après les données de Laurent.

Les *Rhizobium* Frank (emend.) sont des bâtonnets ou filaments courts, contenant des granulations qui fixent les réactifs colorants au milieu d'une substance fondamentale hyaline. La ramification, franchement terminale, donne des branches de bifurcation primitivement égales. Elles ne deviennent inégales, ou, en apparence, latérales, que sous l'influence d'un arrêt partiel de développement. Ces branches terminales sont plus ou moins caduques; E. Laurent les compare à des bourgeons se séparant à la façon des globules des Levures.

Les *Rhizobium* et le groupe des Pasteuriacées auquel ils sont rattachés par E. Laurent se classent donc dans les *Fungi imperfecti*, à spores inconnues, caractérisés par un thalle bourgeonnant et se morcelant en globules levuriformes. Ce sont des Blastomycètes au sens le plus large du mot.

Les parasites des Légumineuses constituent plusieurs espèces qui n'ont pas été circonscrites par les premiers observateurs; les noms spécifiques de *Radicolica*, *Leguminosarum*, etc., sont des

noms collectifs, sans valeur botanique. On ne saurait invoquer en leur faveur le bénéfice de la priorité. Jusqu'à preuve du contraire, toutes ces espèces rentrent dans le genre *Rhizobium*.

■
* *

L'activité de la Légumineuse elle-même intervient dans la constitution des éléments désignés sous le nom de bactéroïdes par Brunchorst et de ceux que nous avons nous-mêmes appelés hyphoïdes.

Frank (1889) a saisi l'action combinée, les influences réciproques du parasite et de son hôte, dans l'hyphoïde ou filament infectant et dans la bactéroïde. Mais il n'a pas exactement déterminé ce qui appartient à chacun des organismes enchevêtrés. Les filaments infectants constituent, pour Frank, un *mycoplasma*, c'est-à-dire un mélange intime des protoplasmes du *Rhizobium* et de la Légumineuse. Ces cordons mycoplasmatiques se fondent à la fois avec le reste du protoplasme hospitalier, y compris le noyau qui, sous l'action du Champignon, deviendrait une boule de structure absolument homogène, et avec le *Rhizobium*, dont on ne distinguerait les éléments propres, bacilliformes, qu'après l'action de certains réactifs, tels que la solution iodo-iodurée ou la potasse étendue. Le *mycoplasma* filamenteux, au dire de Frank, passe sans démarcation nette au tissu bactéroïdien.

Les bactéroïdes relèvent plus directement de la cellule hospitalière que le *mycoplasma*. Pour Frank, les bactéroïdes sont des produits albuminoïdes des Légumineuses, formés et résorbés par elles. Toutefois l'auteur s'écarte de la théorie de Brunchorst, à laquelle je m'étais rallié, parce qu'il admet que ces portions du protoplasme réticulé englobent des microbes du type *Micrococcus*.

Le *Rhizobium* existe réellement dans les bactéroïdes comme dans les hyphoïdes. Frank a raison sur ce point contre ses devanciers; mais il n'accorde pas tout ce qui lui est dû au Champignon et il méconnaît, dans les hyphoïdes, la gaine cellulosique qui appartient à la Légumineuse.

Les hyphoïdes, telles que je les ai définies en 1905, ont pour type les filaments infectants de l'écorce. Le *Rhizobium* s'y trouve inclus sous forme de bâtonnets enrobés dans une traînée glaireuse; mais les corps des parasites sont isolés du protoplasme

des cellules qu'ils traversent. Une extension de la membrane de ces mêmes cellules leur forme une gaine analogue à celle qui séquestre les cristaux d'oxalate de calcium devenus étrangers au protoplasme fondamental dans les parties aériennes de plusieurs Légumineuses, ou qui se différencie au contact des vacuoles pour former les élatères des Mycétozoaires. Cellulosiques dans le parenchyme cortical, ces gaines deviennent plus rigides et présentent les réactions du liège quand le *Rhizobium* traverse les cellules de l'endoderme dont les membranes sont subérisées.

L'origine première des hyphoïdes est parfaitement décrite, quoique mal interprétée, par Marshall Ward. Dans un mémoire fort remarquable, publié en 1887, mais dont je n'ai eu connaissance qu'après la publication de mon mémoire de 1888, Marshall Ward représente le filament infectant dans les poils radicaux d'où on le suit jusqu'au tissu bactéroïdien. Il a reconnu ce filament dans le prolongement de l'axe du tubercule, sans toutefois saisir la façon dont il mettait en jeu l'activité rhizogénique du péricycle.

Le filament mycéloforme commence au point d'attaque de l'organisme producteur des tubercules. A ce niveau en effet, le poil réagit contre l'agent étranger. Comme sous l'influence d'une piqure, il manifeste un arrêt local de développement, s'incurve, s'entortille, de telle sorte que l'origine du tube infectant se trouve sur la face concave. L'hyphoïde, que Marshall Ward considérerait comme une hyphe ou filament mycélien, part d'un point ténu et brillant qui pourrait représenter le germe d'un Champignon. Toutefois, l'auteur n'y a pas reconnu nettement les caractères d'une spore. Le parasite des Légumineuses est, à son avis, voisin des Ustilaginées; mais, au lieu de donner des spores volumineuses, il se multiplierait uniquement par émission de bourgeons de plus en plus ténus.

Ayant semé des *Vicia Faba* dans un sol stérilisé et introduit des tranches de tubercules au contact du jeune pivot, il a reconnu au voisinage du point de pénétration du parasite dans les poils radicaux, des nuages de corpuscules rappelant l'aspect des Bactéries. Il en avait aperçu de semblables dans les liquides nourriciers où il avait semé le contenu des tubercules, mais il les attribuait à des impuretés. Cependant il se demande si ces nuages floconneux ne seraient pas des colonies de gemmules en voie de bourgeonnement.

Marshall Ward venait d'entrevoir la vérité. Ces gemmules représentent l'agent efficace de la production des nodosités, non seulement au dehors, mais à l'intérieur des poils radicaux. La membrane très jeune sur laquelle elles se sont fixées ne se consolide pas ; au contraire, elle forme une masse molle qui s'hypertrophie et se laisse refouler par la colonie dont le chimiotactisme est mis en jeu par le suc cellulaire qui imbibe la membrane. Le parasite pénètre donc dans le poil sans le perforer, mais en provoquant l'invagination de la membrane modifiée. Il n'arrive pas au contact du protoplasme hospitalier ; il en est séparé par une enveloppe perméable, comme les colonies microbiennes que les bactériologistes introduisent dans un péritoine de lapin à l'abri d'un sac de collodion. L'hyphoïde est la paroi de ce sac qui contient les *Rhizobium*. La figure 13 du mémoire de Marshall Ward montre clairement cette invagination. Le point brillant dont il parle n'est autre que la portion de membrane où s'effectue le changement de texture entre le revêtement extérieur du poil et le sac invaginé. Le parasite chemine à travers les cellules en effectuant avec elles des échanges osmotiques, mais sans se mêler directement à leurs parties constitutives. Il est transcellulaire et non intracellulaire ; il traverse la cellule sans cesser de lui être extérieur. Le terme de mycoplasma ne saurait s'appliquer à cette association biologique, dans laquelle l'hôte se borne à élaborer une couche membraneuse entre son protoplasme actif et les organismes étrangers. Cette couche membraneuse, que nous appellerons, pour abrégé, la gaine hospitalière, revêt les parasites et les accompagne. Attirée avec eux vers les principes alimentaires qui circulent dans le cylindre central de la racine mère et diffusent de là vers l'extérieur, elle atteint d'abord la base du poil radical et se greffe à la membrane qui sépare l'épiderme de l'écorce. Comme l'infestation, en dehors des inoculations expérimentales, se fait dans des racines très jeunes, la membrane manifeste une suractivité locale et se laisse entraîner dans l'évolution de l'hyphoïde. Le même phénomène se poursuit jusqu'à ce que la gaine établisse une communication ininterrompue entre le point de pénétration du parasite, à la surface du poil, et l'assise rhizogène.

Toutefois l'hyphoïde ne suit pas une voie rigoureusement rectiligne. Dans son trajet transcellulaire, elle fait volontiers un

crochet pour passer à proximité du noyau. Les fausses routes sont fréquentes au niveau des membranes. Quand les membranes sont déjà épaisses, elles se clivent souvent sous l'influence du parasite. Celui-ci, après avoir modifié la lamelle contiguë à la cellule extérieure, fuse dans le méat intercellulaire, avant d'entraîner dans son évolution et d'enchaîner à sa fortune la lamelle opposée. Il semble parfois que le parasite est entièrement libre et intercellulaire. Du moins ne distingue-t-on pas toujours de gaine propre à l'hyphoïde dans ce trajet entre les lamelles constitutives de la membrane.

L'influence de l'épaississement précoce des membranes se fait particulièrement sentir dans les climats désertiques. Nous en avons signalé un cas remarquable chez des *Medicago* recueillis par le Dr E. Legrain au bord du chott Melghir, sur les confins du Sahara. Chez ces plantes frappées d'une sclérose prématurée, les corps bacilliformes abondaient dans les méats prolongés en anfractuosités variqueuses par le dédoublement des membranes. Ça et là, les *Rhizobium* intercellulaires envoient des hernies dans l'intérieur des cellules à l'abri de prolongements amincis de la membrane, qui leur donnent le caractère habituel des hyphoïdes.

L'hyphoïde principale ou filament infectant émet souvent des ramifications semblables dans son trajet transcellulaire. Ce sont des boyaux sinueux, eux-mêmes ramifiés, munis, surtout à leur extrémité, de boursoufflures à membrane hospitalière d'une ténuité extrême. Les bourgeons parasitaires peuvent soulever ces membranes délicates et se répandre dans la cellule. Mais cette irruption est exceptionnelle dans les cellules corticales.

Le *Rhizobium*, parvenu dans le cylindre central, contracte des relations plus étroites avec le protoplasme des cellules hospitalières. Tandis que dans l'épiderme et l'écorce, il traversait des tissus déjà formés, il trouve dans le péricycle des éléments essentiellement générateurs, n'attendant qu'une excitation pour se mettre à proliférer. Ce sont donc des cellules naissantes qui sont, dès leur apparition, envahies par le parasite. La vitalité est surexcitée dans le protoplasme, au détriment des accumulations d'hydrates de carbone nécessaires à l'épaississement des membranes et à la formation de gaines hospitalières résistantes.

L'exquise irritabilité des cellules du péricycle se traduit d'ordinaire par la production de radicules cylindriques. Cette ten-

dance héréditaire à l'organisation de membres nouveaux, régulièrement subordonnés à la racine mère, est d'abord étouffée par la suractivité imprimée par le parasite. Celle-ci aboutit à la production déréglée de cellules nouvelles et à leur accroissement immodéré qui donne naissance à un tissu de cellules géantes, à la formation d'une véritable néoplasie. L'activité rhizogénique ne sera mise en jeu régulièrement qu'aux points d'élection, c'est-à-dire dans les cellules du péricycle superposées aux bandes vasculaires. Réveillées par l'excitation transmise par l'hyperplasie d'origine parasitaire, ces plages donneront de vraies radicules en nombre variable. Ces radicules seront con crescentes au néoplasme. Leurs éléments libéro-ligneux, au lieu de former un cylindre central unique par radicule, dispersent leurs éléments conducteurs autour du nodule à cellules géantes envahies par les *Rhizobium*. On a donc, sur une coupe pratiquée dans la région moyenne du tubercule, une couronne de faisceaux collatéraux à liber interne, entre une zone corticale analogue à celle d'une radicule normale et un parenchyme central surajouté.

Dans le parenchyme néoplasique à cellules géantes, on distingue parfois des hyphoïdes, mais celles-ci ont toujours des parois minces, et les parasites qui s'en échappent offrent les formes ramifiées, caractéristiques des bactéroïdes.

Frank (1889) attribuait aux bactéroïdes une nature comparable à celle que nous avons reconnue dans les hyphoïdes. Pour lui les corps bi ou trifurqués étaient des fragments d'un réseau cytoplasmique, produits albuminoïdes de la Légumineuse, englobant des microbes analogues aux *Micrococcus*. Les corpuscules cocci-formes, avides de matières colorantes, sont des portions spécialisées du protoplasme du corps ramifié lui-même. Nous les avons distingués au sein du corps incolore des bâtonnets logés dans des méats intercellulaires de *Medicago*, où, par conséquent, il ne pouvait être question du protoplasme d'une cellule hospitalière. On connaît de semblables différenciations chez divers Champignons bacilliformes, tels que les agents de la tuberculose et de la diphtérie. Les corps en Y, qui ont d'ailleurs été obtenus en culture par Ém. Laurent, appartiennent donc au *Rhizobium*, aussi bien que leurs inclusions chromatiques.

Néanmoins il n'est pas douteux que le protoplasme des cellules géantes n'influence la structure des *Rhizobium*, comme ceux-ci

influencent la sienne. Les filaments sont plus allongés et plus ramifiés; de plus ils fixent les colorants acides, tels que la fuchsine, tandis que les bâtonnets contenus dans les méats se teignent par les colorants basiques, tels que le vert d'iode. On saisit parfois le changement simultané de la forme et des affinités chimiques. Ainsi, dans une écorce de tubercule de *Medicago* fixée par l'alcool absolu, dont les coupes étaient traitées par un mélange de fuchsine et de vert d'iode, les hyphoïdes pénétrant dans la cellule contenaient, comme les méats dont ils partaient, des bâtonnets bleus dont le calibre ne dépassait pas $0,3\ \mu$. Vers le milieu de la cellule l'hyphoïde émettait un boyau à paroi très fine rempli de corpuscules atteignant $0,6\ \mu$ et $1\ \mu$ de diamètre et colorés en rouge violacé comme les bactéroïdes. Nous gardons ce terme de bactéroïdes pour indiquer que le parasite d'aspect bactérien est modifié par la plante hospitalière, mais nous n'avons pas réussi à séparer une portion définie du protoplasme de la Légumineuse annexée à la bactéroïde comme la gaine des hyphoïdes.

Une symbiose aussi intime justifierait mieux que ce qui se passe dans les hyphoïdes le mot *mycoplasma*; mais, dans tout ce que nous pouvons définir morphologiquement, nous distinguons nettement ce qui appartient à la Légumineuse et ce qui appartient au parasite. C'est plutôt l'exploitation du milieu intracellulaire que la plante hospitalière et le *Rhizobium* effectuent en commun.

Le tissu bactéroïdien, formé de cellules géantes dans lesquelles le protoplasme hospitalier et le protoplasme du *Rhizobium* collaborent intimement, est celui où l'on retrouve les accumulations de matières albuminoïdes dont l'azote n'a été fourni ni par les nitrates du sol, ni par les combinaisons ammoniacales de l'atmosphère, mais par l'azote libre de l'air.

Par quelle voie l'azote de l'air peut-il parvenir dans la profondeur des tubercules? C'est, apparemment, comme l'oxygène de la respiration, comme l'acide carbonique décomposé en présence de la chlorophylle, par l'intermédiaire des organes plongeant dans l'atmosphère, des feuilles en particulier. L'azote pénètre par les stomates et diffuse à travers les membranes minces qui bordent les méats communiquant avec le dehors. Il se renouvelle dès qu'il est fixé dans quelque combinaison, de manière à saturer toujours le milieu interne et les sucs cellulaires. L'appel au résér-

voir inépuisable de l'azote atmosphérique est réglé par sa consommation même. Il est superflu de chercher des organes spéciaux d'introduction de l'azote. L'hypothèse de M. Jamieson, qui cherche cette voie de pénétration dans les poils des feuilles, complique sans profit le côté le plus simple d'une question dont les détails les plus complexes sont maintenant éclaircis. Les poils des Légumineuses n'ont pas de caractères qui les distinguent de ceux des plantes où la fixation de l'azote est nulle ou du moins n'a jamais attiré l'attention par son importance, comme c'est le cas pour les Légumineuses. Les organes de cette fixation sont certainement les tubercules radicaux à *Rhizobium*.

Ouvrages cités

- BEYERINCK, *Die Bacterien der Papilionaceenknöllchen* (Botanische Zeitung, XLVI, 1888).
- BEYERINCK, *Künstliche Infection von Vicia Faba mit Bacillus radicicola. — Ernährungsbedingungen dieser Bacterie* (Ibid., XLVIII, 1890).
- E. BRÉAL, *Observations sur la fixation de l'azote atmosphérique par les Légumineuses dont les racines portent des nodosités* (Comptes rendus Acad. Sc., CVII, 1888).
- E. BRÉAL, *Observations sur les tubercules à bactéries qui se développent sur les racines des Légumineuses* (Annales agron., XIV, 1888).
- BUTLER, *On account of the genus Pythium and some Chytridiaceæ* (Memoirs of the Department of Agriculture in India, I, 5, 1907).
- A. FISCHER, *Phycomycetes* (Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, IV, 1892).
- FRANK, *Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen* (Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft, VII, 1889).
- E. HENRY, *Théorie nouvelle de la captation de l'azote atmosphérique par les plantes* (Bull. Soc. Sc. de Nancy, 1909).
- E. LAURENT, *Sur le microbe des nodosités des Légumineuses* (Comptes rendus Acad. Sc. 17 nov. 1890).
- METCHNIKOFF, *Pasteuria ramosa, parasite des Daphnies* (Annales de l'Institut Pasteur, II, 1888).
- SCHLÖESING fils et E. LAURENT, *Sur la fixation de l'azote gazeux par les Légumineuses* (Comptes rendus Acad. Sc., CXI, 17 nov. 1890).
- VUILLEMIN, *Les Tubercules radicaux des Légumineuses* (Annales de la science agronomique, I, 1888). Bibliographie du sujet.
- VUILLEMIN, *Hyphoïdes et bactéroïdes* (Comptes rendus Acad. Sc., 2 janv. 1905).
- MARSHALL WARD, *On the Tubercular Swellings of the roots of Vicia Faba* (Philos. Trans. of the Royal Society of London, CLXXVIII, 1887).

ÉTUDE DES TARTRATES D'AMINES GRASSES ET AROMATIQUES EN DISSOLUTION

EN SE SERVANT DU POUVOIR ROTATOIRE

Note de MM. J. MINGUIN et Henri WOHLGEMUTH

L'un de nous, dans des travaux antérieurs, a déjà étudié, à l'aide du pouvoir rotatoire, l'hydrolyse que subissent les sels de strychnine et les camphocarbonates d'amines grasses et aromatiques.

L'étude des sels de strychnine a montré que les sels d'acides minéraux forts ne sont pas hydrolysés et que pour les acides organiques, l'hydrolyse est plus ou moins grande.

L'angle observé au polarimètre était pour nous une mesure de la force de l'acide et, en les classant en nous servant de ce moyen d'investigation, nous avons une liste, à peu de chose près, semblable à celle qui avait été dressée avec d'autres modes d'investigation physico-chimique.

Dans le cas de l'acide camphocarbonique, on a montré que les sels d'amines grasses ne sont pas dissociés, tandis que les sels d'amine aromatique le sont complètement. Il est inutile de dire qu'il faut des dissolvants appropriés.

Dans le présent travail, nous nous sommes adressés à l'acide tartrique comme corps optiquement actif et nous l'avons combiné à différentes amines cycliques et acycliques.

1° *Amines acycliques*. — On pèse 1^{gr}5 d'acide tartrique ($\frac{M}{100}$) et on lui ajoute les quantités d'amines correspondantes pour faire les sels acides ou neutres. On dissout le tout dans 25 centimètres cubes d'eau distillée. Tout se passe, et nous l'avons d'ailleurs vérifié, comme si on avait opéré sur le sel formé au préalable.

Nos déterminations ont été faites en observant au polarimètre sur une longueur de 20 centimètres et à la température de 15°.

Grâce à un dispositif spécial qui nous permet d'avoir un éclairage intense en lumière jaune, nous pouvons garantir une sensibilité à l'appareil de 4'.

Acide tartrique seul :

$$\frac{M}{100} = 1^{\text{gr}}50. \quad \alpha = 1^{\circ}24'.$$

Avec addition de :

Propylamine		Butylamine	
0 ^{gr} 50 ($\frac{M}{100}$) sel acide . .	$\alpha = 3^{\circ}2''$	0 ^{gr} 73 ($\frac{M}{100}$) sel acide . . .	$\alpha = 3^{\circ}4'$
1 10 ($\frac{2M}{100}$) sel neutre. . .	$\alpha = 4^{\circ}20'$	1 46 ($\frac{2M}{100}$) sel neutre. . .	$\alpha = 4^{\circ}32'$
4 72 (excès).	$\alpha = 4^{\circ}20'$	5 74 (excès).	$\alpha = 4^{\circ}32'$
Diéthylamine		Triéthylamine	
0 ^{gr} 73 ($\frac{M}{100}$) sel acide . .	$\alpha = 3^{\circ}$	1 ^{gr} 01 ($\frac{M}{100}$)	$\alpha = 3^{\circ}41'$
1 46 ($\frac{2M}{100}$) sel neutre. . .	$\alpha = 4^{\circ}24'$	2 02 ($\frac{2M}{100}$)	$\alpha = 4^{\circ}32'$
4 38 (excès).	$\alpha = 4^{\circ}24'$	4 » (excès).	$\alpha = 4^{\circ}36'$

Si l'on considère les colonnes verticales, on remarque que les tartrates neutres d'amines grasses ne sont pas hydrolysés, car l'addition d'un excès de base ne fait pas varier la déviation.

En regardant suivant les lignes horizontales, on aperçoit une nouvelle vérification d'une règle que l'un de nous a énoncée autrefois : Dans une même série homologique active, le pouvoir rotatoire d'une même fraction moléculaire reste sensiblement constant.

2° *Amines cycliques*. — A 50 centigrammes d'acide tartrique, on ajoute les quantités d'amines suivantes ; on complète à 25 centimètres cubes avec le solvant : alcool 50 $\frac{0}{100}$.

Acide tartrique seul :

$$0\text{gr}50 \left(\frac{M}{300} \right) \dots \dots \alpha = 0^{\circ}26'.$$

Avec addition de :

Aniline		Toluidines			
		Ortho		Méta	Para
$\left(\frac{M}{300} \right)$	0 ^{gr} 31 sel acide. . . $\alpha = 1^{\circ}$	$\left(\frac{M}{300} \right)$	0 ^{gr} 35 sel acide. $\alpha = 0^{\circ}50'$	$\alpha = 1^{\circ}$	$\alpha = 1^{\circ}4'$
$\left(\frac{2M}{300} \right)$	0 62 sel neutre . . $\alpha = 1^{\circ}16'$	$\left(\frac{2M}{300} \right)$	0 71 sel neutre $\alpha = 1^{\circ}4'$	$\alpha = 1^{\circ}14'$	$\alpha = 1^{\circ}25'$
$\left(\frac{8M}{300} \right)$	2 48 (excès). . . $\alpha = 1^{\circ}36'$	$\left(\frac{8M}{300} \right)$	3 56 (excès). . $\alpha = 1^{\circ}28'$	$\alpha = 1^{\circ}44'$	$\alpha = 1^{\circ}52'$
$\left(\frac{20M}{300} \right)$	6 ■ $\alpha = 1^{\circ}46'$	$\left(\frac{20M}{300} \right)$	7 13 $\alpha = 1^{\circ}36'$	$\alpha = 1^{\circ}56'$	Insoluble
$\left(\frac{40M}{300} \right)$	12 4 $\alpha = 1^{\circ}48'$	$\left(\frac{40M}{300} \right)$	10 69 $\alpha = 1^{\circ}38'$	$\alpha = 1^{\circ}54'$	Id.

Alcool à 95°. Acide tartrique seul :

$$0\text{gr}50 \left(\frac{M}{300} \right) \dots \dots \alpha = 0^{\circ}16'.$$

Avec addition de :

Monométhylaniline		Diméthylaniline	
$\left(\frac{M}{300} \right)$	0 ^{gr} 35 sel acide . . $\alpha = 0^{\circ}20'$	$\left(\frac{M}{300} \right)$	0 ^{gr} 40 sel acide . . $\alpha = 0^{\circ}22'$
$\left(\frac{2M}{300} \right)$	0 71 sel neutre. $\alpha = 0^{\circ}30'$	$\left(\frac{2M}{300} \right)$	0 80 sel neutre. $\alpha = 0^{\circ}22'$
$\left(\frac{8M}{300} \right)$	2 85 (excès). . . $\alpha = 0^{\circ}42'$	$\left(\frac{8M}{300} \right)$	4 03 (excès). . . $\alpha = 0^{\circ}36'$
$\left(\frac{20M}{300} \right)$	7 13 $\alpha = 1^{\circ}$	$\left(\frac{20M}{300} \right)$	8 06 $\alpha = 0^{\circ}44'$
$\left(\frac{40M}{300} \right)$	14 26 $\alpha = 1^{\circ}4'$	$\left(\frac{40M}{300} \right)$	16 12 $\alpha = 0^{\circ}46'$

Diéthylaniline

$\left(\frac{M}{300} \right)$	0 ^{gr} 49 sel acide. $\alpha = 0^{\circ}42'$
$\left(\frac{2M}{300} \right)$	0 99 sel neutre $\alpha = 0^{\circ}52'$
$\left(\frac{8M}{300} \right)$	4 96 (excès) $\alpha = 1^{\circ}30'$
$\left(\frac{20M}{300} \right)$	 $\alpha = 1^{\circ}43'$
$\left(\frac{40M}{300} \right)$	 $\alpha = 1^{\circ}48'$

On voit qu'ici la déviation augmente graduellement quand, à partir du sel acide, on introduit des quantités croissantes de bases, puis finit par devenir constante. C'est-à-dire que le sel acide formé au début est hydrolysé, puis l'est de moins en moins, pour ne plus l'être à un moment donné. A la limite on aurait le pouvoir rotatoire du sel non dissocié (supérieur à celui de l'acide seul, comme pour les tartrates d'amines grasses).

Cette interprétation suppose que l'addition d'un excès de la base est sans influence sur le pouvoir rotatoire en tant que modifiant la nature du dissolvant. Nous avons vérifié qu'il en est bien ainsi par l'expérience suivante :

A 50 centigrammes d'acide tartrique $\left(\frac{M}{300}\right)$ on ajoute chaque fois les quantités de butylamine et d'aniline ci-après (dissolvant : alcool 50 %, qu'on complète à 25 centimètres cubes) :

Butylamine	Aniline	Déviation
$\left(\frac{2M}{300}\right)$ 0gr 48	"	1° 46'
$\left(\frac{2M}{300}\right)$ 0 48	$\left(\frac{M}{300}\right)$ 0gr 31	1° 48'
$\left(\frac{5M}{300}\right)$ 1 21	$\left(\frac{4M}{300}\right)$ 1 24	1° 46'
$\left(\frac{10M}{300}\right)$ 2 4	$\left(\frac{9M}{300}\right)$ 2 79	1° 46'

En ajoutant toujours un excès de l'amine grasse, excès sans influence, comme on l'a vu, sur le pouvoir rotatoire, on évite les déplacements dus à la loi des masses. L'aniline, dans ces conditions, vient seulement modifier la nature du dissolvant du tartrate gras : on voit que la déviation reste la même.

Nous avons obtenu à l'état solide les sels précédemment étudiés en dissolution. Si on met en conflit de l'acide tartrique et les quantités d'amines aromatiques propres à donner les sels neutres, nous remarquons que dans chaque cas le sel qui se dépose est identique au sel acide. Les points de fusion sont les mêmes. Le tartrate d'aniline fond à 172°. Tartrates de toluidine : ortho à 154°; méta à 149°; para à 184°. Tartrate de manométhylaniline, 192°. Tartrate d'α. Naphtylamine, 172°.

Quelques-uns de ces sels, purifiés par recristallisation, ont été analysés.

Sel d'aniline = Substance pesée : 0,25.

$$\begin{array}{l} \text{CO}_2 - 0,4554 \quad \text{C } \% = 49,6 \\ \text{H}_2\text{O} - 0,1260 \quad \text{H } \% = 5,6 \end{array}$$

Dosage de l'Az. — Substance pesée 0,2532. Volume 11^{cm} 8 (12°-740^{mm}).

$$\text{Az } \% = 5,45.$$

Sel de paratoluidine. Dosage de l'Az.

Substance pesée : 0,2543. — Volume 11^{cm} 3 (11°-743^{mm}).

$$\text{Az } \% = 5,22.$$

Ces compositions correspondent bien aux formules des sels acides. Pour le tartrate acide d'aniline ($\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}^6\text{N}$) on a les nombres théoriques :

$$\text{C } \% = 49,3 \qquad \text{H } \% = 5,3 \qquad \text{Az } \% = 5,76$$

Pour le tartrate acide de paratoluidine on a ($\text{C}^{11}\text{H}^{15}\text{O}^6\text{N}$) :

$$\text{Az } \% = 5,44.$$

Le sel déposé est donc chaque fois un tartrate acide. Lors de la cristallisation des solutions devant renfermer le sel neutre, on observe qu'il se dépose un excès de la base libre qu'on peut extraire à l'éther et caractériser.

Dans les mêmes conditions, les sels d'amines grasses ne cristallisent pas, et donnent des masses sirupeuses non distillables. La réaction devient peu à peu acide, le sel acide est encore le plus stable.

En résumé, le pouvoir rotatoire nous a permis de montrer que les amines grasses, bases fortes, donnent avec l'acide tartrique des bases non hydrolysables ; tandis que les sels d'amines aromatiques s'hydrolysent, ce qui est conforme aux lois de la chimie physique appliquées à ces bases faibles, et que de plus ces amines aromatiques ne peuvent fournir des tartrates neutres.

INFLUENCE DU COUVERT DE LA FORÊT

SUR LA

TEMPÉRATURE DU SOL A DIVERSES PROFONDEURS

Par M. E. CUIF

INSPECTEUR ADJOINT DES EAUX ET FORÊTS
ATTACHÉ A LA STATION DE RECHERCHES ET EXPÉRIENCES
DE L'ÉCOLE NATIONALE DES EAUX ET FORÊTS

AVANT-PROPOS

Nos voisins de l'Est, Suisses et Allemands, ont, bien avant nous, recherché l'influence de la présence d'un massif boisé sur la température du sol à diverses profondeurs. Déjà dès 1869, dans les stations suisses de recherches météorologiques forestières, dès 1874 dans les stations allemandes, des mesures géothermiques étaient effectuées comparativement en forêt et hors forêt.

En France, c'est seulement en 1902 que la Station de Nancy entreprit les premières observations de ce genre. Le but de la présente étude est précisément de mettre en relief les résultats recueillis jusqu'à ce jour, en Meurthe-et-Moselle, tant sous la direction de notre collègue, M. de Bouville, que sous la nôtre.

Mais, au préalable, nous croyons utile de résumer, d'après un auteur français que la question a préoccupé ⁽¹⁾, les conclusions à tirer des longues et multiples recherches faites à l'étranger ⁽²⁾. Il

(1) Voir G. HUFFEL, *Économie forestière*, t. I, p. 59. Voir également un article qui a paru dans le numéro de juin 1888 de la *Revue des Eaux et Forêts*, t. XXVII, p. 269.

(2) Pour les observations suisses, voir les volumes I, IV et VI des *Mitteilungen* de la Station de recherches de Zurich ; pour les observations allemandes, le travail publié par M. SCHUBERT, professeur à l'École forestière d'Eberswalde : *Der jährliche Gang der Luft- und Boden-Temperatur*. Berlin, Springer, éditeur. 1900.

sera du plus haut intérêt de leur comparer ensuite celles qui découleront des expériences dont nous voulons parler.

Résultats des observations géothermiques faites à l'étranger

Ces résultats se résument de la manière suivante d'après M. Huffel :

« Le sol forestier est plus chaud en hiver (de moins de 1° ordinairement) et plus frais en été (de 3° à 5° environ) que le sol découvert, et cela à toutes les profondeurs jusqu'à 1^m 20. Il en résulte que les oscillations de la température du sol, dans les parties où pénètrent les racines des arbres, sont moindres de 4° à 6° que dans les champs cultivés. Ces chiffres sont déduits de la considération des moyennes mensuelles. Mais si nous comparons la moyenne diurne du jour le plus chaud et celle du jour le plus froid de l'année, nous voyons l'écart entre la température du jour le plus chaud et celle du jour le plus froid diminué de 7° à 9° à la surface du sol, de 3° environ à partir de 60 centimètres de profondeur jusqu'à 1^m 20. On constate de plus que, en forêt, les diverses couches du sol se comportent, au point de vue des variations de la température, comme se comporteraient en terrain découvert des couches notablement plus profondes : une profondeur de 50 centimètres sous bois équivaut, à ce point de vue, à une profondeur de 80 centimètres ou 1 mètre en terrain découvert. »

Résultats des observations géothermiques faites en France

PREMIÈRE SÉRIE D'OBSERVATIONS — FORÊT DOMANIALE D'AMANCE

La maison forestière de Brin-sur-Seille, située sur le territoire de la commune de ce nom, dans la forêt domaniale d'Amance, fut choisie comme centre d'une première série d'expériences ⁽¹⁾, effectuées du mois de juin 1902 à la fin de l'année 1905. Cette maison se trouve par 48°47' de latitude nord, 4° de longitude est (à partir du méridien de Paris), et à 225 mètres au-dessus du niveau de la mer. Trois postes d'observation y furent établis : l'un sous un massif complet de haute futaie, âgé d'une centaine d'années et formé de chêne (*Quercus pedunculata* Ehrh. et *Quercus sessiliflora* Salisb.), six dixièmes ; charme (*Carpinus betulus*

(1) Décision de l'Administration des Eaux et Forêts en date du 24 août 1901.

Lin.), bois blancs (*Tilia parvifolia* Ehrh., etc.), et quelques hêtres (*Fagus sylvatica* Lin.), quatre dixièmes; le second sous un taillis sous futaie âgé de quinze ans et composé des mêmes essences; le troisième, en terrain découvert, dans un pré, à 50 mètres de tout périmètre boisé. Les deux premiers postes, distants l'un de l'autre de 20 mètres, se trouvaient chacun à 10 mètres de la ligne d'aménagement séparant les deux types de peuplement et à 60 mètres environ de la lisière.

En forêt, comme hors forêt, le sol est constitué à la surface par du limon presque complètement décalcifié, reposant sur les marnes inférieures du lias.

La température du sol fut mesurée, dans les trois postes, à 8 heures du matin et à 2 heures du soir, aux profondeurs de 20, 40, 60 et 80 centimètres.

Le dispositif des expériences différait sensiblement de celui employé à l'étranger; aussi est-il utile d'en donner une description sommaire (¹).

Les thermomètres sont disposés horizontalement dans le sol, de la manière suivante : on commence par creuser une fosse ayant la forme d'un cube dont chaque arête mesure approximativement 1 mètre. Une des parois verticales de la fosse, que l'on a pris soin de tourner vers le nord, est garnie d'un revêtement en planches, dans lequel sont percés des trous d'un diamètre de 1 à 2 centimètres, à des profondeurs de 20, 40, 60, 80 centimètres. Ces trous correspondent à autant de logements horizontaux préparés dans le sol au moyen d'une tige en fer, pointue par un bout.

On introduit dans chacun des logements, le réservoir en avant, un thermomètre à mercure ordinaire dont la tige atteint 50 centimètres environ de longueur, et porte elle-même la graduation en degrés et demi-degrés, ce qui permet d'évaluer facilement les dixièmes de degré; puis on ferme l'orifice au moyen d'un bouchon de liège.

Un couvercle placé sur la fosse empêche autant que possible l'introduction de l'humidité et la circulation de l'air dans les différentes couches.

(¹) Le choix de l'emplacement des postes a été fait par M. Henry, professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts. C'est également M. Henry qui a dirigé l'installation des thermomètres.

Pour chaque observation, il faut soulever le couvercle supérieur, retirer ensuite successivement les différents thermomètres ⁽¹⁾, opérer la lecture et les remettre en place.

Il importe d'exécuter la lecture aussi rapidement que possible, et, dans ce but, il est recommandé de lire en premier lieu les dixièmes de degré, puis les degrés entiers, et de prendre note de ces deux nombres en les séparant par une virgule.

L'observation de tous les thermomètres terminée, on ferme le couvercle supérieur aussi hermétiquement que possible.

La moyenne des deux lectures journalières nous a fourni la température du jour, d'où nous avons déduit, par des moyennes arithmétiques, les températures mensuelles et annuelles. Celles-ci, reproduites dans les tableaux I, II et III, ont servi à établir les chiffres des tableaux IV, V, VI, et la figure 1, qui faciliteront grandement l'interprétation des résultats obtenus.

TABLEAU I — Température du sol en terrain découvert (pré)

PROFONDEURS	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
0 ^m 20	1 ⁰⁰	2 ⁰³	6 ⁰⁶	8 ⁰³	12 ⁰⁷	16 ⁰⁴	19 ⁰³	17 ⁰⁸	15 ⁰⁰	10 ⁰⁸	5 ⁰⁵	2 ⁰⁶	9 ⁰⁹	3 ans
0 ^m 40	2 0	2 9	5 4	8 7	12 3	15 8	18 8	17 8	15 4	11 7	6 9	3 8	10 1	—
0 ^m 60	2 5	3 0	5 1	8 1	11 5	14 9	17 9	17 3	15 2	12 0	7 4	4 4	9 9	—
0 ^m 80	3 2	3 5	5 1	7 9	10 9	14 2	17 0	16 9	15 2	12 3	8 4	5 2	10 0	—

TABLEAU II — Température du sol sous couvert (haute futaie)

PROFONDEURS	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
0 ^m 20	1 ⁰¹	2 ⁰⁴	4 ⁰⁶	7 ⁰³	10 ⁰⁹	13 ⁰⁹	15 ⁰⁸	15 ⁰¹	13 ⁰²	10 ⁰²	5 ⁰⁶	2 ⁰⁹	8 ⁰⁶	3 ans
0 ^m 40	2 2	2 9	4 7	7 2	10 5	13 4	15 3	15 0	13 6	11 1	6 9	4 0	8 9	—
0 ^m 60	2 7	3 1	4 7	7 0	9 9	12 9	14 7	14 7	13 5	11 1	7 3	4 5	8 8	—
0 ^m 80	3 8	3 8	5 1	7 4	9 9	12 7	14 6	14 6	13 8	11 7	8 5	5 8	9 3	—

(1) L'extraction du thermomètre, que précède l'enlèvement du bouchon de liège, est facilitée par l'existence d'un cordon attaché à l'anneau qui termine sa tige.

TABLEAU III — Température du sol sous couvert (taillis sous futaie)

PROFONDEURS	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
0 ^m 20	1°4	2°6	4°7	7°6	10°9	13°4	15°3	14°9	12°9	10°2	5°8	3°1	8°6	3 ans
0 ^m 40	2°2	3°1	4°9	7°6	10°4	13°0	14°9	14°7	13°2	11°0	6°9	4°1	8°8	—
0 ^m 60	2°5	3°0	4°6	7°0	9°7	12°4	14°2	14°2	13°0	10°7	7°2	4°4	8°6	—
0 ^m 80	3°4	3°5	4°8	7°1	9°5	12°0	13°6	13°9	13°1	11°2	8°1	5°4	8°8	—

TABLEAU IV — Différences entre les températures du sol, sous bois (haute futaie) et hors bois, aux mêmes époques et aux mêmes profondeurs

PROFONDEURS	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle
0 ^m 20	+0°1	+0°1	-2°0	-1°3	-1°8	-2°5	-3°5	-2°7	-1°8	-0°6	+0°1	+0°3	-1°3
0 ^m 40	+0°2	0°0	-0°7	-1°5	-1°8	-2°4	-3°5	-2°8	-1°8	-0°6	0°0	+0°2	-1°2
0 ^m 60	+0°2	+0°1	-0°4	-1°1	-1°6	-2°0	-3°2	-2°6	-1°7	-0°9	-0°1	+0°1	-1°1
0 ^m 80	+0°6	+0°3	0°0	-0°5	-1°0	-1°5	-2°4	-2°3	-1°4	-0°6	+0°1	+0°6	-0°7

TABLEAU V — Différences entre les températures du sol, sous bois (taillis sous futaie) et hors bois, aux mêmes époques et aux mêmes profondeurs

PROFONDEURS	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle
0 ^m 20	+0°4	+0°3	-1°9	-1°0	-1°8	-3°0	-4°0	-2°9	-2°1	-0°6	+0°3	+0°5	-1°3
0 ^m 40	+0°2	+0°2	-0°5	-1°1	-1°9	-2°8	-3°9	-3°1	-2°2	-0°7	0°0	+0°3	-1°3
0 ^m 60	0°0	0°0	-0°5	-1°1	-1°8	-2°5	-3°7	-3°1	-2°2	-1°3	-0°2	0°0	-1°3
0 ^m 80	+0°2	0°0	-0°3	-0°8	1°4	-2°2	-3°4	-3°0	-2°1	-1°1	-0°3	+0°2	-1°2

TABLEAU VI — *Abaissement de la température du sol par l'action de la forêt*

Moyennes des différentes saisons

NATURE DU PEUPEMENT FORESTIER	PROFONDEURS			
	0m 20	0m 40	0m 60	0m 80
<i>Printemps (mars, avril, mai)</i>				
Haute futaie.	1° 7	1° 3	1° 0	0° 5
Taillis sous futaie.	1° 6	1° 2	1° 1	0° 8
<i>Été (juin, juillet, août)</i>				
Haute futaie.	2° 9	2° 9	2° 6	2° 1
Taillis sous futaie.	3° 3	3° 3	3° 1	2° 9
<i>Automne (septembre, octobre, novembre)</i>				
Haute futaie.	0° 8	0° 8	0° 9	0° 6
Taillis sous futaie.	0° 8	1° 0	1° 2	1° 2
<i>Hiver (décembre, janvier, février)</i> (Les températures sont plus élevées sous bois)				
Haute futaie.	+ 0° 2	+ 0° 1	+ 0° 1	+ 0° 5
Taillis sous futaie.	+ 0° 4	+ 0° 2	0° 0	+ 0° 1

Voici, brièvement résumées, les conclusions auxquelles conduit l'examen de toutes ces données :

1° Le sol forestier, au cas particulier (peuplements feuillus), est plus chaud en hiver (d'un demi-degré au maximum), plus froid en été (de 3° environ) que le sol découvert, à toutes les profondeurs jusqu'à 80 centimètres.

Il en résulte que les variations de température du sol sont moindres de 3° à 4° environ sous bois que hors bois ;

2° A toutes les profondeurs :

En hiver, l'action exercée par la présence d'un peuplement feuillu est sensiblement la même, que ce peuplement soit à l'état de haute futaie ou à l'état de taillis sous futaie.

En été, toutes choses égales d'ailleurs, le sol est plus froid (d'un demi-degré environ) sous un taillis sous futaie âgé de seize ans, que sous un peuplement de haute futaie d'âge moyen (cent ans environ).

Les tableaux VII et VIII indiquent les limites de variations de

la température du sol aux différentes profondeurs jusqu'à 80 centimètres.

TABLEAU VII — Limites de variations de la température du sol en terrain découvert et sous bois (haute futaie)

PROFONDEURS	MINIMUM			MAXIMUM			AMPLITUDE DES VARIATIONS		
	Terrain découvert	Forêt H. F.	Différence	Terrain découvert	Forêt H. F.	Différence	Terrain découvert	Forêt H. F.	Différence
0 ^m 20	0°1	0°2	+ 0°1	21°7	18°7	— 3°0	21°6	18°5	— 3°1
0 ^m 40	1 1	1 3	+ 0 2	20 3	17 8	— 2 5	19 2	16 5	— 2 7
0 ^m 60	1 6	1 7	+ 0 1	18 9	16 7	— 2 2	17 3	15 0	— 2 3
0 ^m 80	2 5	2 5	0 0	17 8	16 0	— 1 8	15 3	13 5	— 1 8

TABLEAU VIII — Limites de variations de la température du sol en terrain découvert et sous bois (taillis sous futaie)

PROFONDEURS	MINIMUM			MAXIMUM			AMPLITUDE DES VARIATIONS		
	Terrain découvert	Forêt T. s. f.	Différence	Terrain découvert	Forêt T. s. f.	Différence	Terrain découvert	Forêt T. s. f.	Différence
0 ^m 20	0°1	0°3	+ 0°2	21°7	17°7	— 4°0	21°6	17°4	— 4°2
0 ^m 40	1 1	1 3	+ 0 2	20 3	17 5	— 2 8	19 2	16 2	— 3 0
0 ^m 60	1 6	1 6	0 0	18 9	15 7	— 3 2	17 3	14 1	— 3 2
0 ^m 80	2 5	2 5	0 0	17 8	15 0	— 2 8	15 3	12 5	— 2 8

On voit que l'amplitude extrême des variations diminue généralement avec la profondeur et que, pour une même profondeur, elle est moindre sous bois que hors bois. La différence varie entre 2° et 3° environ si l'on a affaire à un peuplement de haute futaie, et entre 3° et 4° environ s'il s'agit d'un peuplement de taillis sous futaie.

Pendant vingt-huit journées assez régulièrement espacées et comprises entre le 10 mars et le 20 décembre 1905, on observa de deux heures en deux heures, à partir de 6 heures du matin jusqu'à 6 heures du soir, la température de l'air en terrain découvert (1) et la température du sol sous bois et hors bois, aux profondeurs de 20 et de 80 centimètres.

(1) Sous abri ordinaire, à 1^m 40 au-dessus du sol.

Avec les données ainsi recueillies, nous avons dressé le tableau IX, où la température moyenne journalière ou *température du jour* résulte non plus de deux, mais de sept observations.

La figure 2 n'est que l'expression graphique des indications dudit tableau.

TABLEAU IX — Température moyenne journalière de l'air (hors bois) et du sol (sous bois et hors bois)

DATES		TEMPÉRATURE MOYENNE JOURNALIÈRE					
DES OBSERVATIONS		DU SOL					
de L'AIR		HORS BOIS		SOUS BOIS			
hors bois		Profon- deur de 0m00	Profon- deur de 0m80	Haute futaie		Taillis sous futaie	
				0m 20	0m 80	0m 20	0m 80
11 mars.	9°9	5°3	4°9	5°0	4°5	5°5	4°6
19 mars.	6°6	6°9	5°9	6°1	5°5	6°6	5°5
27 mars.	7°2	6°3	6°4	5°7	5°9	6°0	6°0
9 avril.	6°2	6°7	7°3	4°8	6°1	5°2	6°5
20 avril.	10°9	9°2	8°6	8°0	7°5	8°8	7°3
28 avril.	16°5	11°3	8°9	9°0	7°5	9°8	7°8
17 mai.	13°1	11°9	10°7	10°5	9°2	10°9	7°5
26 mai.	14°4	11°9	10°9	9°5	9°3	9°6	7°5
9 juin.	17°8	16°2	13°9	13°2	11°8	13°2	11°5
18 juin.	17°7	18°6	14°9	15°1	12°5	15°2	12°2
29 juin.	22°8	20°5	16°3	16°3	13°4	16°2	12°8
8 juillet.	20°8	20°0	18°1	16°2	14°9	16°0	14°3
19 juillet.	18°1	20°1	18°6	16°3	15°4	16°4	14°6
29 juillet.	23°2	21°3	18°5	17°6	15°3	17°7	14°5
9 août.	25°5	21°0	18°5	17°4	15°4	17°2	14°8
20 août.	21°1	18°7	18°4	16°4	15°4	16°5	14°9
29 août.	15°0	15°5	17°2	13°8	14°7	14°1	14°2
9 septembre.	17°0	16°6	16°8	14°8	14°5	15°0	14°1
19 septembre.	15°9	13°7	15°5	12°8	13°5	12°6	13°1
28 septembre.	13°1	13°1	15°0	11°5	13°0	11°0	12°9
8 octobre.	6°8	9°7	13°0	8°7	11°2	8°2	11°1
18 octobre.	4°2	6°0	10°8	5°6	9°5	4°9	9°1
29 octobre.	9°1	6°0	8°1	5°6	7°1	5°5	7°4
9 novembre.	5°0	6°2	9°0	6°2	8°1	6°1	8°0
19 novembre.	1°7	2°1	7°0	2°2	6°6	2°0	6°6
29 novembre.	5°2	4°0	6°8	4°3	6°3	4°3	6°4
9 décembre.	7°4	7°0	6°5	6°7	5°8	7°0	5°8
17 décembre.	2°7	3°2	5°5	3°5	5°3	4°1	5°5

Enfin, dans le tableau X, figurent les chiffres obtenus en prenant la moyenne des vingt-huit observations faites à chacune des

heures indiquées : 6 heures, 8 heures, 10 heures du matin, midi, 2 heures, 4 heures et 6 heures du soir.

TABLEAU X — Variations diurnes de la température de l'air et du sol
(Moyennes de 28 journées d'observations, du 10 mars au 20 décembre 1905)

PROFONDEURS		HEURES DES OBSERVATIONS							
		MATIN				SOIR			
		6 h.	8 h.	10 h.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	
Air.		8°2	11°4	13°9	15°7	16°7	15°7	12°7	
Sol	terrain {	0 ^m 20	11 0	11 1	11 2	11 5	12 0	12 4	12 6
	découvert {	0 ^m 80	11 8	11 8	11 8	11 8	11 85	11 9	11 9
	sous bois {	0 ^m 20	9 9	9 9	9 9	10 0	10 1	10 3	10 5
	1 ^{re} futaie {	0 ^m 80	10 2	10 2	10 2	10 2	10 2	10 2	10 2
	sous bois {	0 ^m 20	10 0	10 0	10 0	10 1	10 3	10 4	10 5
	taillis s. futaie {	0 ^m 80	10 0	10 0	10 0	10 0	10 1	10 1	10 1

De leur rapprochement on peut déduire les variations diurnes de la température de l'air et du sol dans les conditions envisagées, variations que fait ressortir plus nettement la figure 3.

Les conclusions à tirer de cette nouvelle expérience peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

1° L'amplitude des oscillations diurnes de la température du sol à 20 centimètres de profondeur, relativement très faible si on la compare à celle des oscillations diurnes de la température de l'air en terrain découvert, peut être réduite de 1° environ par l'action de la présence de la forêt.

A la profondeur de 80 centimètres, ces oscillations diurnes deviennent pour ainsi dire inappréciables, aussi bien sous bois que hors bois ;

2° Alors que le maximum diurne de la température de l'air en terrain découvert apparaît vers 2 heures du soir, celui de la température du sol, à 20 centimètres de profondeur, a lieu vers 6 heures du soir, soit avec un retard de quatre heures.

DEUXIÈME SÉRIE D'OBSERVATIONS. — FORÊT DOMANIALE DES ÉLIEUX

Une décision de l'Administration des Eaux et Forêts, en date du 24 juin 1907, autorisa la reprise des observations relatives à

la température du sol en forêt et hors forêt, dans des conditions de station différentes de celles où l'on se trouvait dans la forêt domaniale d'Amance.

La maison forestière de la Ménelle, dans la troisième série de la forêt domaniale des Élieux (territoire de la commune de Pierre-Percée), devint alors le centre d'une nouvelle série d'expériences commencées le 1^{er} janvier 1908 et encore en cours actuellement.

La maison forestière de la Ménelle se trouve par 48°28' de latitude nord, 4°37' de longitude est (à partir du méridien de Paris), et à 340 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est située sur un plateau peu incliné, qui prolonge, vers le bas, un versant assez rapide exposé à l'est.

Trois postes d'observation y sont établis : l'un sous massif de sapins des Vosges (*Abies pectinata* D. C.) âgés d'une centaine d'années, à 60 mètres au moins de la lisière ; le second dans un vide créé par les chablis dus au cyclone du 10 août 1905, à 20 mètres du peuplement resté sur pied ; le troisième, en terrain découvert et dans un pré, à 30 mètres de tout périmètre boisé. La distance entre les deux premiers postes est de 100 mètres ; 55 mètres séparent les second et troisième postes.

Le sol provient de la désagrégation du grès vosgien.

On mesure, à 8 heures du matin et à 3 heures du soir, la température de l'air, à 1^m 40 au-dessus du sol, et celle du sol aux profondeurs de 20, 50 et 80 centimètres.

Le dispositif des expériences est semblable à celui que nous avons décrit précédemment pour Amance. Il est à noter cependant que, pour éviter des brisures par trop fréquentes, chaque thermomètre est renfermé dans une gaine en cuivre percée, dans la partie qui correspond au réservoir à mercure, de petits trous facilitant les échanges de température et, vis-à-vis la graduation, d'une fenêtre latérale permettant d'effectuer la lecture sans être obligé de sortir le thermomètre.

Les tableaux A, B et C indiquent les températures mensuelles et la température annuelle qui résultent des observations faites pendant l'année 1908.

Avec les données qu'ils renferment, nous avons établi les chiffres des tableaux D, E, F et la figure 4, dont l'examen conduit aux conclusions suivantes :

1^o Le sol sous massif forestier, au cas particulier (peuplement

résineux), a une température plus élevée en hiver (de 1° au maximum), plus faible en été (de 3° environ) que le sol découvert, à toutes les profondeurs jusqu'à 80 centimètres.

Il en résulte que les variations de la température du sol sont moindres de 3° à 4° environ sous bois que hors bois ;

TABLEAU A — Température de l'air et du sol en terrain découvert (pré)

SITUATIONS des THERMOMÈTRES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
Air (+ 1 ^m 50)	»	»	»	»	18°2	22°5	22°2	18°6	15°8	11°0	2°8	0°4	»	8 mois
Sol — 0 ^m 20.	0°8	1°3	3°8	7°1	14°0	16°7	17°6	16°2	14°5	11°2	5°7	4°5	9°5	1 an
Sol — 0 ^m 50.	2°9	2°3	4°3	8°6	12°5	15°2	16°5	15°9	14°5	11°9	6°9	5°6	9°8	1 an
Sol — 0 ^m 80.	4°2	3°4	4°3	6°5	11°0	13°6	15°2	15°0	14°0	12°3	8°1	6°6	9°8	1 an

TABLEAU B — Température de l'air et du sol en terrain découvert (place de chablis)

SITUATIONS des THERMOMÈTRES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
Air (+ 1 ^m 50)	»	»	»	»	16°9	20°8	20°3	17°1	14°5	10°0	2°6	0°5	»	8 mois
Sol — 0 ^m 20.	1°3	1°5	3°4	6°3	12°1	14°8	15°6	14°2	12°6	10°7	4°5	3°8	8°6	1 an
Sol — 0 ^m 50.	3°5	2°6	3°9	6°3	10°6	13°7	15°0	14°1	13°1	10°4	6°2	5°4	8°8	1 an
Sol — 0 ^m 80.	4°1	3°5	4°0	5°9	9°4	12°3	13°8	13°6	12°7	10°9	7°2	6°2	8°6	1 an

TABLEAU C — Température de l'air et du sol sous couvert (futaie de sapin)

SITUATIONS des THERMOMÈTRES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle	DURÉE des OBSERVATIONS
Air (+ 1 ^m 50)	»	»	»	»	15°4	19°0	18°6	16°2	13°8	10°3	3°1	1°0	»	8 mois
Sol — 0 ^m 20.	2°2	2°2	3°6	5°5	10°3	13°1	14°1	13°4	12°0	10°0	5°9	4°8	8°1	1 an
Sol — 0 ^m 50.	3°8	3°4	4°4	5°9	9°8	12°3	13°7	13°4	12°0	11°0	7°3	6°2	8°6	1 an
Sol — 0 ^m 80.	4°5	3°8	4°5	5°6	8°8	11°2	12°6	12°6	11°9	10°9	7°7	6°6	8°4	1 an

TABLEAU D — Différences entre les températures de l'air et du sol, dans la place de chablis et hors bois, aux mêmes époques et dans les mêmes situations

SITUATIONS des THERMOMÈTRES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle
Air (+ 1 ^m 50)	»	»	»	»	-1°3	-1°7	-1°9	-1°5	-1°3	-1°0	-0°2	+0°1	»
Sol - 0 ^m 20.	+0°5	+0°2	-0°4	-0°8	-1°9	-1°2	-2°0	-2°0	-1°9	-0°5	-1°2	-0°7	-0°9
Sol - 0 ^m 50.	+0°6	+0°3	-0°4	-2°3	-1°9	-1°5	-1°5	-1°8	-1°4	-1°5	-0°7	-0°2	-1°0
Sol - 0 ^m 80.	-0°1	+0°1	-0°3	-0°6	-1°6	-1°3	-1°4	-1°4	-1°3	-1°4	-0°9	-0°4	-1°2

TABLEAU E — Différences entre les températures de l'air et du sol, sous bois (futaie de sapin) et hors bois, aux mêmes époques et dans les mêmes situations

SITUATIONS des THERMOMÈTRES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	MOYENNE annuelle
Air (+ 1 ^m 50)	»	»	»	»	-2°8	-3°5	-3°6	-2°4	-2°0	-0°7	+0°3	+0°6	»
Sol - 0 ^m 20.	+1°4	+0°9	-0°2	-1°6	-3°7	-3°6	-3°5	-2°8	-2°5	-1°2	+0°2	+0°3	-1°4
Sol - 0 ^m 50.	+0°9	+1°1	+0°1	-2°7	-2°7	-2°9	-2°8	-2°5	-2°5	-0°9	+0°4	+0°6	-1°2
Sol - 0 ^m 80.	+0°3	+0°4	+0°2	-0°9	-2°2	-2°4	-2°6	-2°4	-2°1	-1°4	-0°4	0°0	-1°4

2° L'été, la température de l'air sous bois est également plus faible (de 3° environ) que celle de l'air hors bois ;

3° La disparition momentanée du peuplement forestier, accidentelle (chablis) ou voulue (coupes), est susceptible d'entraîner des modifications notables dans la température de l'air et du sol. Ainsi, dans le vide créé par le cyclone du 10 août 1905, la température du sol, l'hiver, n'a pas différé sensiblement de celle du sol agricole. L'été, l'air et le sol y ont été plus froids de 1°50 à 2°.

C'est donc seulement de 1°50 à 2° que sont réduites, dans de telles conditions, les variations de température du sol, alors que, sous massif complet, la réduction atteint 3° à 4°.

Nous terminerons la relation des résultats obtenus pendant cette première année d'observations aux Élieux, en indiquant, dans les tableaux G et H, les limites de variations de la température du

TABLEAU F — Abaissement de la température de l'air et du sol, par l'action de la forêt

Moyennes des différentes saisons

SITUATION DU POSTE	AIR	SOL PROFONDEUR DE		
		0m 20	0m 50	0m 80
Printemps (mars, avril, mai)				
Sous massif (futaie de sapin) .	»	1°8	1°8	1°0
Place de chablis	»	1 0	1 5	0 8
Été (juin, juillet, août)				
Sous massif (futaie de sapin) .	3°2	3°3	2°7	2°5
Place de chablis	1 7	2 0	1 6	1 4
Automne (septembre, octobre, novembre)				
Sous massif (futaie de sapin) .	0°8	1°3	1°3	1°3
Place de chablis	0 8	1 2	1 2	1 2
Hiver (décembre, janvier, février)				
(Les températures sont plus élevées sous bois)				
Sous massif (futaie de sapin) .	»	+ 0°9	+ 0°9	+ 0°2
Place de chablis	»	0 0	+ 0 2	— 0 1

sol aux différentes profondeurs jusqu'à 80 centimètres. On constate que l'amplitude extrême des variations diminue avec la profondeur, et qu'elle est moindre sous bois et dans la place de chablis que hors bois.

TABLEAU G — Limites de variations de la température du sol en terrain découvert et dans une place de chablis

PROFONDEURS	MINIMUM			MAXIMUM			AMPLITUDE DES VARIATIONS		
	Terrain découvert	Place de chablis	Diffé- rence	Terrain découvert	Place de chablis	Diffé- rence	Terrain découvert	Place de chablis	Diffé- rence
0 ^m 20	0°2	0°7	+ 0°5	19°5	17°0	— 2°5	19°3	16°3	— 3°0
0 ^m 50	1 8	2 4	+ 0 6	17 4	15 8	— 1 6	15 6	13 4	— 2 2
0 ^m 80	3 0	3 0	0 0	16 3	14 4	— 1 9	13 3	11 4	— 1 9

TABLEAU H — *Limites de variations de la température du sol en terrain découvert et sous bois*

PROFONDEURS	MINIMUM			MAXIMUM			AMPLITUDE DES VARIATIONS		
	Terrain décou- vert	Forêt	Diffé- rence	Terrain decou- vert	Forêt	Diffé- rence	Terrain décou- vert	Forêt	Diffé- rence
0 ^m 20	0°2	1°5	+ 1°3	19°5	15°6	— 3°9	19°3	14°1	— 5°2
0 ^m 50	1 8	3 0	+ 1 2	17 4	14 8	— 2 6	15 6	11 8	— 3 8
0 ^m 80	3 0	3 5	+ 0 5	16 3	13 4	— 2 9	13 3	9 9	— 3 4

La différence varie, dans le premier cas, entre 3° et 5°, dans le second cas entre 2° et 3°.

Conclusions générales

Les observations géothermiques poursuivies jusqu'à ce jour par la Station d'expériences de l'École nationale des Eaux et Forêts conduisent à des résultats qui corroborent généralement ceux qui ont été obtenus et publiés par les Stations étrangères.

Elles ont déjà fourni, en outre, quelques données nouvelles, relatives, les unes à *l'influence de la nature ou de la forme du peuplement forestier*, les autres aux *variations diurnes de la température sous bois et hors bois*.

Ces données nouvelles, que nous pensons avoir fait suffisamment ressortir, pourront paraître modestes ; elles nous semblent cependant justifier amplement la continuation de recherches du même genre à la Station de Nancy. En effet, si, d'une part, de telles constatations, comme le fait observer M. Huffel après M. Bühler, directeur de la Station suisse, « sont de nature à éclaircir bien des faits cultureux et contribuent à maintenir, sous la forêt, une faune et une flore spéciales, souvent même caractéristiques des essences et des modes de traitement » ⁽¹⁾, d'autre part, nous estimons très judicieuse la remarque suivante faite par M. Fautrat,

(1) G. HUFFEL, *Économie forestière*, t. I, p. 60.

en 1878 : « Ce n'est que par des études multiples que l'on peut arriver à formuler une loi, et les observations locales sont autant de jalons que trace le météorologue, pour arriver à préciser la nature exacte des influences dont les forêts sont cause ⁽¹⁾. »

(1) M. FAUTRAT, *Observations météorologiques faites de 1877 à 1878*. Paris, Imprimerie nationale.

FORÊT DOMANIALE D'AMANCE (MEURTHE-ET-MOSELLE)

Variation annuelle comparée des températures du sol d'après les moyennes mensuelles

Sous bois { taillis sous futaie (16 ans) —————
 haute futaie feuillue (100 ans) - - - - -
 Hors bois —————

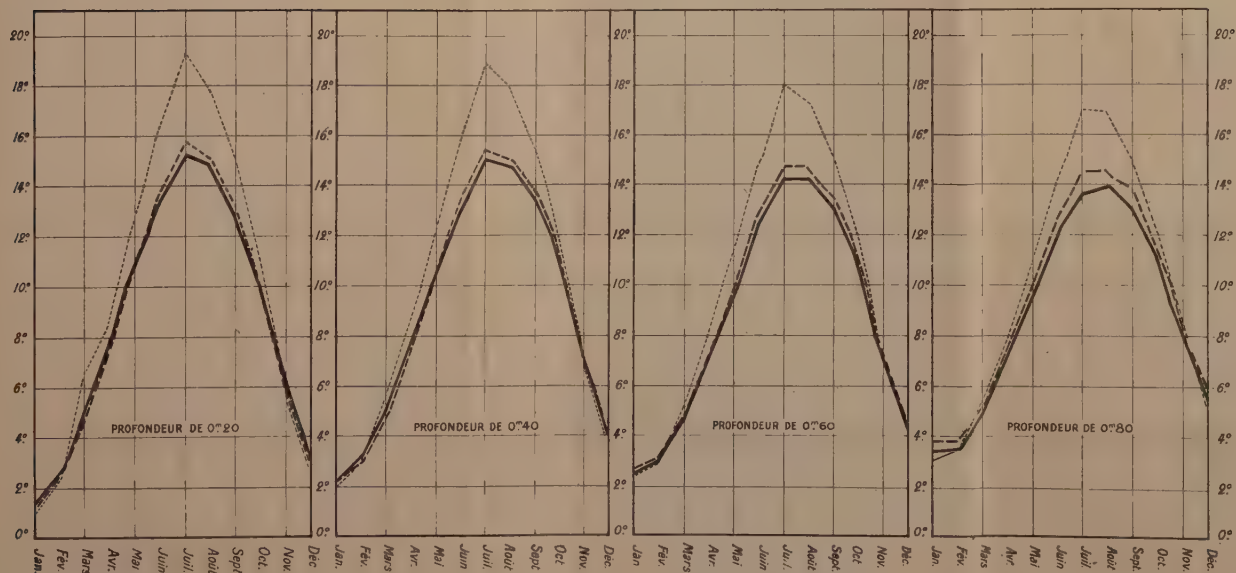


Fig.1

FORÊT DOMANIALE D'AMANCE (MEURTHE-ET-MOSELLE)

Variation comparée de la température

1° de l'air hors bois (1^m 40 au-dessus du sol) —————
 2° du sol { sous bois { taillis sous futaie (16 ans) —————
 { haute futaie feuillue (100 ans) - - - - -
 hors bois —————

d'après 28 moyennes journalières établies du 11 mars au 17 décembre 1905

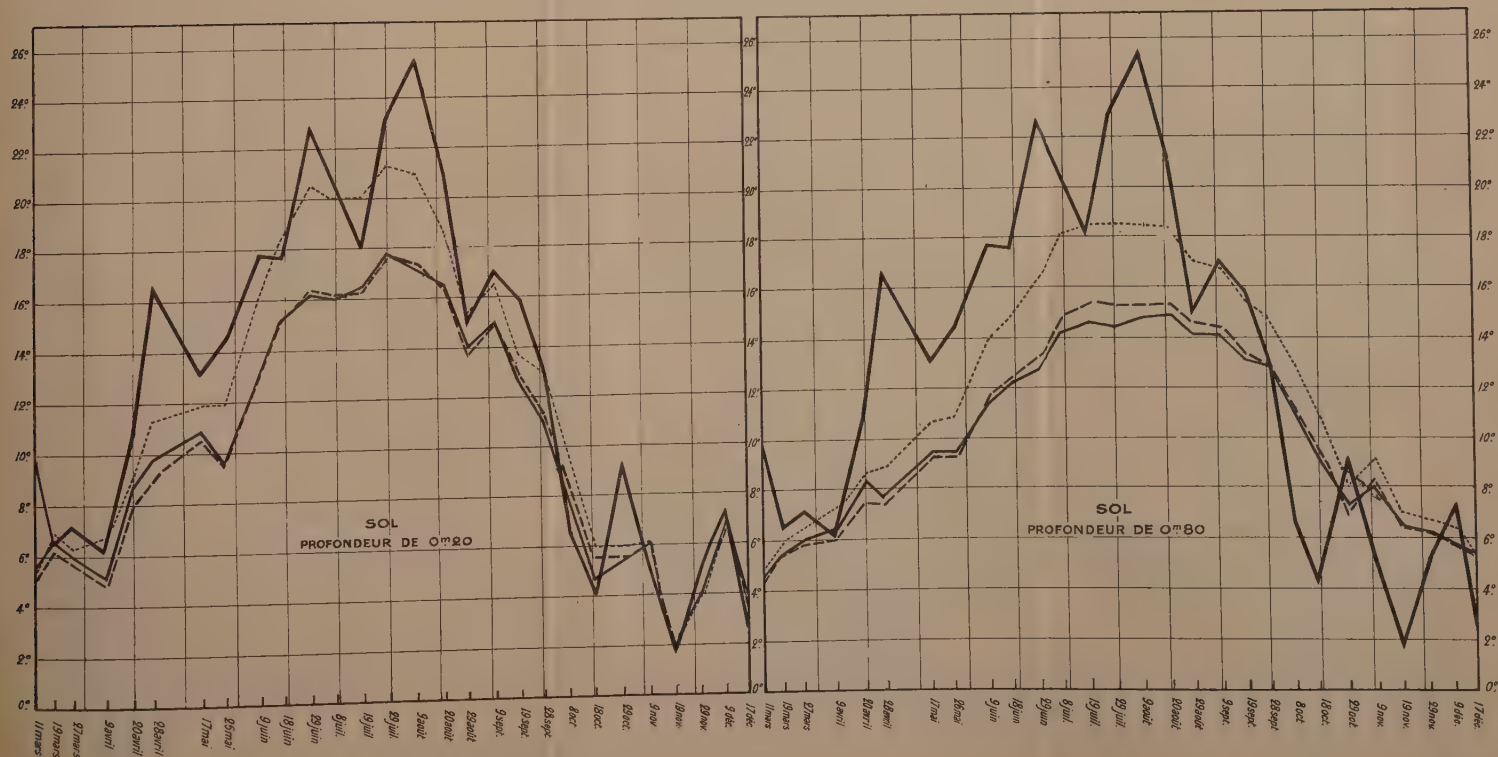


Fig 2

FORÊT DOMANIALE D'AMANCE (MEURTHE-ET-MOSELLE).

Variations diurnes de la température

1^{re} de l'air hors bois (1^m 40 au-dessus du sol) —————
 2^{de} du sol { sous bois { taillis sous futaie (16 ans) —————
 { haute futaie feuillue (100 ans) - - - - -
 hors bois - - - - -

(Moyennes de 28 journées d'observations, du 10 mars au 20 décembre 1905)

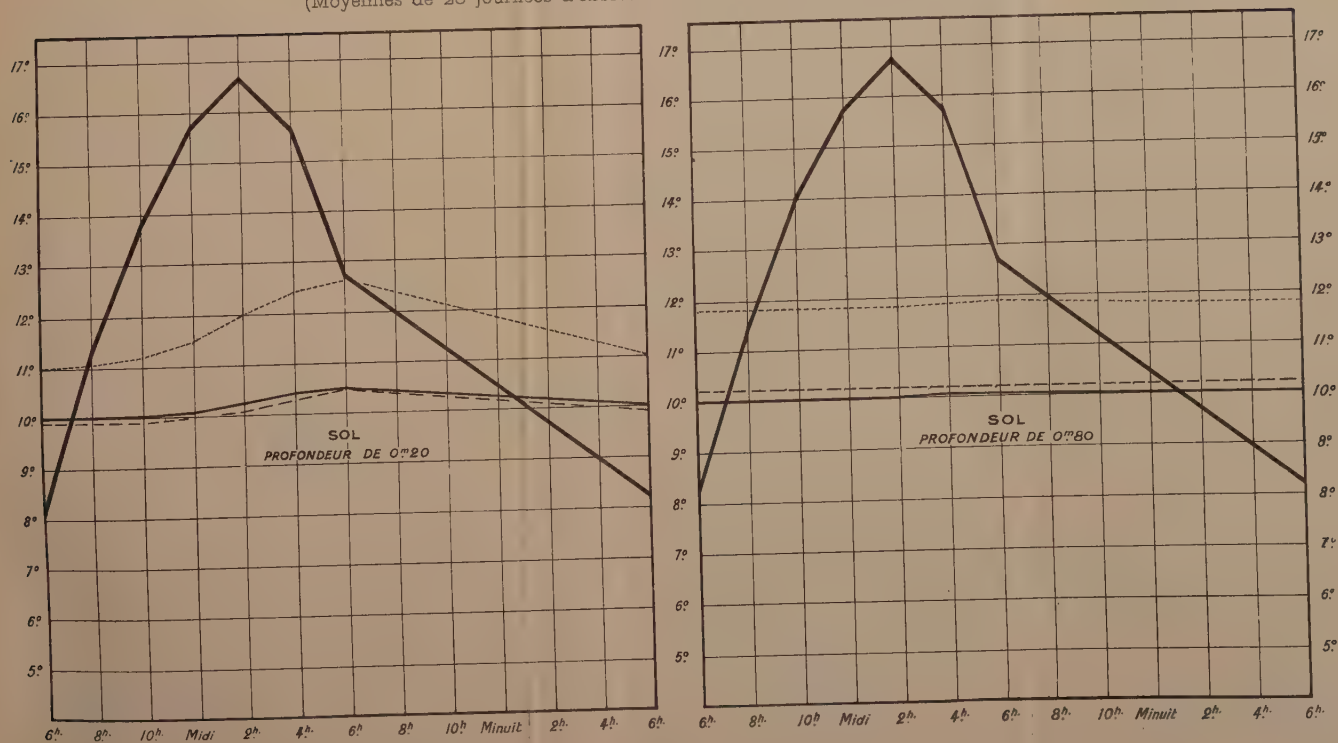


Fig. 3

FORÊT DOMANIALE DES ÉLIEUX (MEURTHE-ET-MOSELLE)

Variation annuelle comparée des températures de l'air et du sol, d'après les moyennes mensuelles

Sous bois (sapin des Vosges, « *Abies pectinata* » D. C.) ————

Dans une place de chablis. - - - - -

Hors bois.

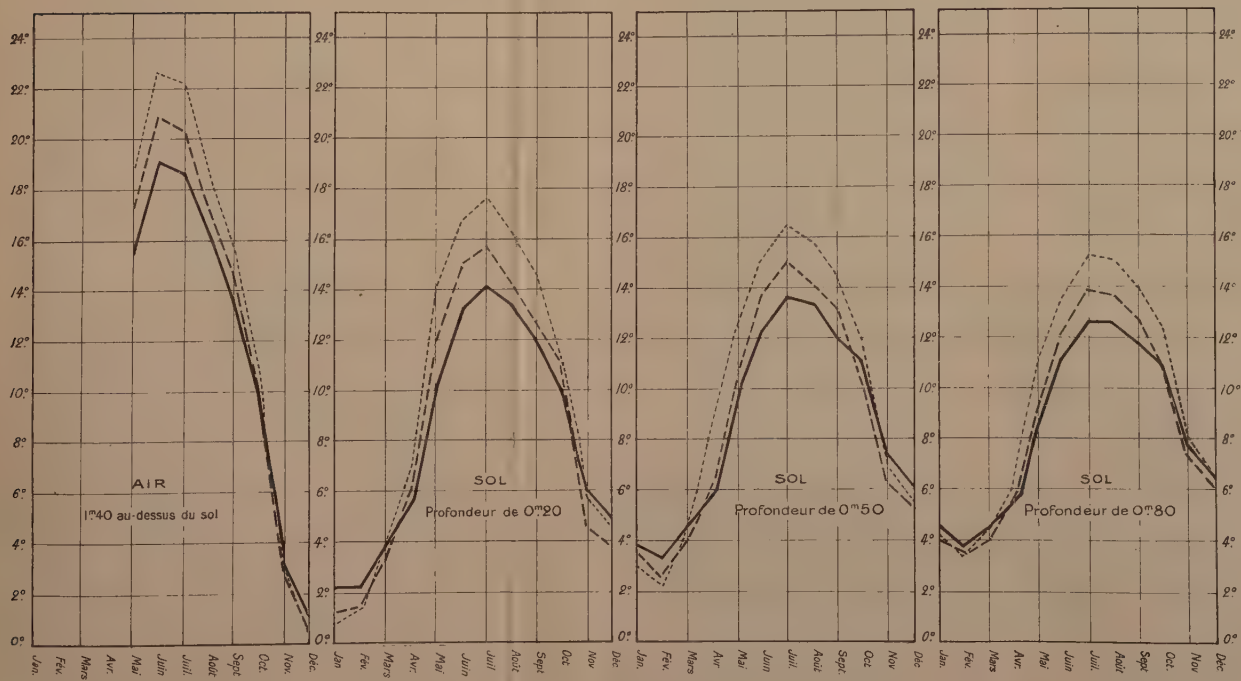


Fig. 4

UNE RONCE ARBRISSEAU

DEVENUE

PLANTE NUISIBLE AU CHILI

Par M. E. HENRY

L'objet de cette courte note est d'appeler l'attention sur le danger qu'il peut y avoir à introduire inconsidérément, sans précautions, sans surveillance, dans un pays neuf des végétaux provenant d'autres régions avec l'espoir qu'ils se comporteront dans leur nouvelle patrie comme dans leur pays d'origine.

Cette espérance est parfois déçue. Il arrive que, dans le milieu nouveau qui leur est offert, ces végétaux trouvent, sous le rapport du sol, du climat, de la lutte contre les espèces concurrentes et des autres facteurs biologiques, des conditions telles que leurs allures, leur vitalité, leur vitesse de propagation, soient complètement modifiées; il arrive qu'une plante introduite pour satisfaire à certaines utilités déjoue toutes les prévisions et devienne une *destructive pest*, suivant l'énergique expression des Anglo-Saxons.

On a de ce fait de nombreux exemples tirés aussi bien des animaux que des végétaux⁽¹⁾; nous allons encore en citer un qui date d'hier et qui semble peu connu.

(1) Nous citons naguère ici même le fait curieux du *Liparis* (*Ocneria*) *dispar*, ou *Bombyx disparata*, qui, introduit imprudemment dans le Massachusetts, y pullule depuis vingt ans (1889-1909) avec une telle vigueur, que, malgré les dizaines de millions déjà dépensés pour sa destruction, les Américains ne sont point encore arrivés à s'en débarrasser.

De ces introductions inopportunes de végétaux les unes sont accidentelles, les autres préméditées.

Parmi les premières, nous indiquerons seulement celle d'une plante aquatique canadienne, l'*Elodea Canadensis*, parce qu'elle intéresse notre région lorraine où elle s'est naturalisée depuis une trentaine d'années et où elle est devenue très commune dans les cours d'eau tranquilles, dans les canaux et dans les mares.

L'*Elodea Canadensis* Mich., plante de la famille des Hydrocharidées, a fait son apparition en Europe entre 1830 et 1840. Elle se répandit tout d'abord en Angleterre et se multiplia dans les canaux et les rivières au point d'y entraver la pêche et même la navigation. La plante se disséminait soit par les échantillons cultivés dans les jardins botaniques, soit par des bourgeons transportés involontairement avec d'autres végétaux exotiques.

Sa marche envahissante est facile à suivre sur le continent. En 1859, sa présence était constatée en Prusse, à Potsdam, et, dès 1863-1864, elle remplissait la Havel et les lacs qui en dépendent. L'invasion s'étend aux bassins du Rhin et de l'Elbe. Cette peste des eaux douces, comme on l'appelle communément en Allemagne (*Wasserpest*), se trouve aujourd'hui partout dans l'Allemagne du Nord. En 1870, on la vit se répandre en Belgique, en Hollande et en France.

En Amérique, on y distingue des pieds mâles et des pieds femelles ; la plante est dioïque. Mais en Europe on ne voit jamais que des pieds femelles portant de petites fleurs violettes.

L'*Elodea* se plaît dans les eaux douces, quand le courant n'est pas trop fort, dans les anses où le sol est riche en humus et de nature calcaire : avec ces conditions elle atteint un développement considérable. Un pied d'*Elodea* n'a qu'une durée assez limitée ; mais avant de mourir, il donne toujours naissance à un grand nombre de bourgeons qui assurent la multiplication de l'espèce. La puissance d'accroissement de cette plante est si grande qu'elle arrive à constituer très vite de véritables prairies flottantes capables d'arrêter la navigation. Dans les cours d'eau elle forme des touffes atteignant parfois 3 mètres de hauteur.

Lorsque l'*Elodea* a pénétré dans des eaux quelconques, lorsqu'elle a pu évoluer librement pendant un été, il ne faut plus songer à s'en débarrasser ; la plante se multiplie en effet avec une

étonnante facilité; au moindre choc, sa tige se brise et chaque fragment donne très vite naissance à un nouveau pied. Dans les fleuves et dans les grands lacs, toute lutte contre cette invasion est impossible. D'ailleurs, même dans les cas les plus favorables, les dépenses ne laissent pas que d'être fort élevées. Le Dr SELIGO⁽¹⁾ cite le canal de Spandau (près Berlin) où l'on a dépensé 10 000 francs pour le débarrasser des pieds d'*Elodea* qui l'obstruaient sur une longueur de 3 kilomètres.

Point n'est besoin d'insister sur les graves inconvénients qui résultent de la pullulation de l'*Elodea* dans les lacs ou dans les cours d'eau. La navigation est très entravée ou même complètement arrêtée. La pêche au filet n'est guère possible, pendant l'été, dans les pièces d'eau envahies. En outre, l'*Elodea* exerce une influence plutôt fâcheuse sur le développement des poissons dont elle détruit les frayères; elle absorbe beaucoup de lumière et, d'autre part, elle forme une quantité de détritus qui souillent l'eau. Enfin, elle ne semble pas favoriser le développement des petits organismes (*plankton*) qui constituent la nourriture des poissons.

Les pisciculteurs français sont du même avis que le Dr SELIGO dont nous venons de résumer l'appréciation sur cet intrus néfaste.

L'autre exemple — celui-ci tout récent — de propagation désastreuse concerne cette fois une plante terrestre et non plus aquatique. Autre différence : au lieu que ce soit un habitant du Nouveau Monde qui vienne envahir l'ancien, c'est, par une légitime réciprocité, une plante du pourtour de la Méditerranée, de la région la plus anciennement civilisée, qui, transportée volontairement au Chili, est vite devenue dans sa nouvelle patrie *une plaie pour l'agriculture nationale*, c'est le terme employé par les agronomes chiliens⁽²⁾.

Il s'agit d'une modeste ronce appartenant au groupe si confus des Ronces arbrisseaux⁽³⁾; il s'agit du *Rubus ulmifolius*, dont les

(1) Voir *Allgemeine Fischerei-Zeitung* de 1898; cité dans la *Revue des Eaux et Forêts*, 1898, p. 326.

(2) « Una plaga para la agricultura nacional », dit M. Roberto OPazo, agronome régional de la 2^e zone, dans sa brochure *Destrucción de la Zarzamora*, 21 p., Santiago de Chile, 1908, dont nous extrayons les renseignements ci-après.

(3) Il y a plus de cent espèces de *Rubus* habitant les régions tempérées et tropicales de tout le globe. Ces espèces principales sont reliées par une multitude de formes inter-

principaux caractères sont ⁽¹⁾ : espèce très polymorphe, à floraison tardive, croissant dans les lieux exposés en pleine lumière ; feuilles blanches-tomenteuses en dessous. Turion à faces canaliculées, glaucescent, squamuleux, à aiguillons robustes ; pétales d'un rose vif.

Cette espèce, qui est originaire des régions méditerranéennes de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, a été introduite au Chili pour y former des haies vives, emploi auquel cette plante vigoureuse, bien aiguillonnée, très fournie et très vivace, convient à merveille.

Mais, sous le climat favorable du Chili, elle s'est développée avec une vigueur extraordinaire, surtout dans les terres fertiles des vallées centrales et transversales, où elle n'a pu être maintenue dans son rôle de plante de clôture ; elle déborde dans les champs cultivés avec une telle impétuosité, que l'on a eu l'idée de créer une ligue obligeant tous les adhérents à détruire cette ronce sur leurs terres (*Liga contra la Zarzamora*).

On emploie, pour lutter contre cet envahissement vraiment extraordinaire, soit des procédés mécaniques, soit des moyens chimiques, notamment le sulfate de cuivre à raison de 600 à 900 litres par hectare. La solution à 2,5 % est distribuée au printemps à l'aide de pulvérisateurs. On a essayé aussi le sulfate de fer à la dose de 15 %, le chlorure de potassium en solution à 25 %, etc.

Voici, d'après la brochure de M. Roberto OPAZO (p. 8), les procédés les plus employés :

- 1° Extraction complète, avec toutes les racines ;
- 2° Application de paille ou de sciure pour faire pourrir la plante ;
- 3° Emploi persistant du sécateur en coupant tous les ans les rejets et amenant peu à peu la mort du sujet ;
- 4° Emploi de l'acide sulfurique dilué ;
- 5° Emploi du perchlorate de potasse.

Le meilleur système de destruction, quand on peut l'employer,

médianes qui ont toute l'apparence de vraies espèces, mais sont issues de croisements parfois compliqués et changent d'une localité à l'autre, comme les associations des espèces principales dont elles dérivent (*Flore* de l'abbé COSTE).

(1) *Flore descriptive et illustrée de la France*, par l'abbé COSTE. Paris, 1903, P. Klincksieck, t. II, p. 28.

consiste dans l'arrachage par les labours et les hersages et dans la culture continue des terrains.

L'auteur termine son étude en souhaitant qu'elle contribue à jeter quelque lumière sur l'important problème agricole de la *Zarzamora*, à susciter de nouveaux essais, de meilleurs procédés, plus économiques et plus sûrs, pour empêcher la propagation de la ronce et remettre rapidement en production les vastes terrains qu'elle a stérilisés.

L'introducteur malchanceux de ce fléau est resté, heureusement pour le repos de sa mémoire, absolument inconnu. La morale à tirer de l'accident qui vient de se présenter au Chili est qu'il est prudent de n'introduire une plante nouvelle que dans un espace clos où elle doit être surveillée de près jusqu'à ce qu'on ait acquis des connaissances exactes sur les allures qu'elle prend dans son nouveau milieu, et qu'on sache qu'il n'y a aucun inconvénient à la laisser se propager librement.

LA

MALADIE DES CHATAIGNIERS

AUX ÉTATS-UNIS ET EN EUROPE

Par E. HENRY

I — ÉTATS-UNIS

Le nord-est des États-Unis est en ce moment le théâtre d'une invasion d'un champignon forestier qui, par la rapidité de sa propagation et l'intensité de ses dégâts, dépasse, croyons-nous, tout ce qui a été signalé jusqu'ici.

C'est le châtaignier seul qui est attaqué.

Cet arbre qui, dans cette région, tient une place si importante comme arbre forestier et comme arbre d'ornement, meurt très rapidement sous les coups d'un champignon pyrénomycète que le Dr W.-A. MURRILL, du Jardin botanique de New-York, rapporte au genre *Diaporthe* (1), et qui ne justifie que trop le nom spécifique de *parasitica* qu'il lui a donné.

Le genre châtaignier (*Castanea*) n'est représenté actuellement que par deux espèces, le châtaignier commun (*Castanea vulgaris* Lam. = *C. vesca* Gærtn.) qui est un grand arbre à aire fort étendue,

(1) Ce genre qui, dans le *Sylloge fungorum* de SACCARDO, termine la quatrième section (*Hyalodidymie*) de la famille des *Sphæriacæ*, est extrêmement touffu. Le nombre des espèces augmente chaque jour; Saccardo pense qu'on pourra plus tard le restreindre dans une large mesure. Suivant la disposition des périthèces et la structure des spores, il le divise en trois sections (*Chorostate*, *Euporthe*, *Tetrastaga*). Plus de 150 espèces de *Diaporthe* ont été décrites. La plupart sont des saprophytes et, vivant de tissus morts, ne causent aucun dommage. Il n'en est malheureusement pas de même de la nouvelle espèce américaine.

mais disjointe (Europe méridionale, Indes, Chine, Japon, États-Unis) et le châtaignier chinquapin (*C. pumila* Michx), petit arbre de 15 mètres au plus, croissant exclusivement aux États-Unis et dont les produits sont insignifiants.

C'est uniquement à la grande espèce, au *Castanea vesca americana* D. C., que s'attaque le parasite. La forme américaine du Châtaignier commun ne diffère guère du type, dit MOUILLEFERT, que par ses feuilles plus larges, pubérulentes dans le jeune âge, glabres à l'état adulte, et par le fruit plus petit et plus sucré.

Il y a trois ans que la maladie a été signalée et elle a pris immédiatement le caractère d'une épidémie. Elle paraît être une des maladies les plus sérieuses et les plus soudaines qui ait jamais attaqué les arbres forestiers. C'est à ce titre que nous allons donner, d'après les spécialistes américains, quelques détails à son sujet, bien que jusqu'ici les Châtaigniers européens n'aient point à se plaindre du *Diaporthe parasitica*. Ils ont suffisamment à souffrir des parasites souterrains qui provoquent la maladie, dite *de l'encre*, encore mal connue. En Portugal, Espagne, France et Italie, cette maladie a amené, depuis cinquante ans, la mort de milliers de gros arbres.

Du reste, qui oserait affirmer que nos Châtaigniers européens n'auront pas bientôt à supporter aussi les attaques de ce parasite aérien ? Chaque jour nous apporte des exemples d'insectes ou de champignons transportés du Nouveau Monde dans l'Ancien ou inversement et accusant de suite dans leur nouvelle patrie plus de virulence que dans leur pays d'origine.

La région où sévit la maladie du Châtaignier offre précisément de ce fait un exemple frappant.

La chenille du Bombyx disparate (*Porthesia dispar* ou *Ocneria dispar*, vulgairement le Zigzag), chenille si dommageable à tous les arbres et même aux végétaux herbacés — car elle est largement polyphage — a été introduite de France dans le Massachusetts en 1868 par M. Trouvelot, naturaliste français établi à Boston.

Pas n'est besoin d'ajouter que cette introduction fut tout à fait involontaire (1); mais elle n'en fut pas moins désastreuse.

(1) Dans l'introduction du livre *The Gipsy Moth* (nom américain de la chenille du *Porthesia dispar*) publié en 1906, à Boston, par MM. Edward H. FORBUSH et Charles H. FERNALD (495 pages et 66 planches) sous la direction du Bureau de l'agriculture du

La maladie a été étudiée d'abord par le Dr W.-A. MURRILL et, depuis deux ans, elle a été soumise à l'observation du Dr HAVEN METCALF, du « Bureau de l'industrie des plantes » (1).

Mode d'infection. — Les spores du *Diaporthe parasitica* pénètrent dans l'arbre par des blessures des branches ou du tronc et poussent leur tube germinatif. Du point d'entrée le mycélium s'étend en tous sens dans l'épaisseur du liber et de la zone cambiale jusqu'à ce qu'il encercle complètement la branche ou le tronc.

Quelques couches annuelles extérieures du bois peuvent être envahies; il est probable que le Champignon pénètre dans les

Massachusetts, on lit : « L'entomologiste qui a introduit cet insecte est M. Trouvelot qui entreprenait en 1868-1869 des essais pour la production de la soie à l'aide des chenilles séricigènes autres que le ver à soie et qui fit venir dans ce but des espèces européennes. L'insecte a été importé à l'état d'œuf. Deux couples de papillons se sont échappés accidentellement par la fenêtre; Trouvelot, connaissant le caractère dangereux de cette peste et voyant au bout de quelque temps l'inanité de ses efforts pour détruire cette chenille, publia une note attestant que la chenille avait échappé à sa surveillance. »

Elle se propagea lentement aux environs de la maison de Trouvelot, puis dans tout Boston, puis dans le Massachusetts.

De 1869 à 1889 l'espèce se multiplia lentement sans trop attirer l'attention, mais en 1889 elle pullula tellement et fit tant de dégâts que les pouvoirs publics durent prendre des mesures législatives spéciales et organiser tout un système de défense contre cet ennemi qui menaçait de détruire toute la végétation. (Voir mon article : *La lutte contre l'Ocneria* dispar aux États-Unis dans *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1896, t. I, p. 276-290.) Car cette chenille, très vorace, s'attaque aux végétaux herbacés quand les arbres lui font défaut; elle se montre en Amérique beaucoup plus nuisible qu'en Europe où il est tout à fait exceptionnel de voir les arbres succomber à ses atteintes, tandis que le fait est assez fréquent aux États-Unis. Les Américains attribuent la plus grande nocuité incontestable de l'insecte en Amérique à son extrême multiplication et à son temps de pâture, d'ordinaire beaucoup plus long qu'en Europe. Malgré les dépenses considérables (plus de 10 millions de francs) nécessitées par la destruction de ce Bombyx, l'invasion dure encore; en 1908 les arbres de Boston n'avaient pas une feuille (M. PICURÉ) : *Jamais on n'avait constaté de pullulation aussi longue. Voilà vingt ans qu'on lutte contre cette peste.* Cela tient en partie à ce que l'insecte n'a pas trouvé en Amérique ses parasites ordinaires. Aussi le service entomologique des États-Unis fait-il venir d'Europe, depuis quelques années, des cargaisons de nids de chenilles (*Liparis chrysorrhœa*) et de pontes de Bombyx disparates dans l'espoir qu'il en sortira des parasites et que ceux-ci, se multipliant à l'envi, arrêteront les multiplications désastreuses de ces deux insectes venus d'Europe.

(1) Il y a au ministère de l'agriculture des États-Unis des bureaux scientifiques à la tête desquels sont des spécialistes chargés de l'étude scientifique des questions intéressant l'agriculture. Il y a dix de ces bureaux : météorologique, industrie des animaux, industrie des plantes, forestier, sols, chimie, statistique, entomologie, service biologique, routes. Nous utilisons ici les observations faites par ces deux savants et mises en œuvre par E.-R. HOOSON, Forest assistant, Forest Service, dans la circulaire : *Extent and importance of the chestnut bark disease* (octobre 1908). — Voir aussi dans le numéro de novembre 1908 du journal *Conservation*, recueil officiel de l'Association forestière américaine, l'article *The Blight on Chestnut trees*, par John MICKLEBOROUGH.

rayons médullaires pour se nourrir des réserves alimentaires qu'ils contiennent : mais le vrai siège de la maladie est l'écorce interne et la zone cambiale.

Symptômes. — La maladie n'est pas facile à voir quand l'arbre vient seulement d'être attaqué. Dans beaucoup de cas il est envahi d'abord sur les petites branches. Celles-ci sont bientôt encerclées ; le feuillage jaunit et se fane.

Ces branches fanées font remarquer l'attaque à distance. C'est d'ordinaire la seconde année seulement que meurent les branches ou les arbres encerclés, à moins qu'ils ne soient attaqués très tôt dans la saison ou que les axes soient de faible diamètre.

Sur les branches à écorce lisse, non rhytidomée, la région malade est enfoncée et décolorée avec de petites pustules brunâtres ou jaunes dispersées à la surface. Sur le bord de la partie infestée on voit dans la saison de végétation un cercle de petites excroissances verdâtres ou jaunâtres, ressemblant à des cornes et très visibles, si bien qu'on peut découvrir facilement la maladie sur les jeunes arbres, même avant que les branches se fanent. Sur l'écorce rhytidomée des grands arbres l'aspect ne change pas ; mais les protubérances brunâtres des appareils fructifères se montrent dans les fentes et l'écorce sonne creux quand on la frappe.

Comme la maladie tue et flétrit vite les petites branches, elle ne peut, dès la fin de la première année d'invasion, rester inaperçue ; à la fin de la seconde les gros arbres sont morts. *Il n'y a pas jusqu'ici d'exemple de Champignon aérien tuant en deux ans et sur de grandes surfaces des arbres de la taille de ceux que représentent les photographies américaines.*

En Europe, les champignons les plus nocifs sont les parasites souterrains (*Trametes radiciperda*, *Armillaria mellea*, etc.), qui provoquent les maladies du rond et tuent les gros résineux en deux ans ; mais leur propagation est lente ; ils ne saccagent pas en trois ans des étendues comparables à celles qui ont été ravagées par le *Diaporthe parasitica*.

Champs d'invasion. — En 1905 la maladie s'était propagée déjà sur une surface considérable autour de la ville de New-York où elle paraît avoir pris naissance.

De là elle s'est étendue rapidement vers le nord et vers le sud, si bien qu'en 1908 il y a huit États plus ou moins contaminés; ce sont New-York, et, en remontant vers le nord, Connecticut, Massachusetts (1), en descendant vers le sud, New-Jersey, Pensylvanie, Delaware, Maryland et Virginie. *Ann. n. 1.*

Pour donner une idée des dégâts commis par le parasite, nous dirons seulement qu'on dut abattre plus de 1 400 arbres dans un parc de Brooklyn (New-York) et que, dans un autre parc de cette grande cité new-yorkaise, il y a 4 000 châtaigniers dont beaucoup sont morts et dont aucun probablement ne sera sauvé.

Mode de propagation de la maladie. — Les fructifications jaunes, très communes sur les arbres infestés, émettent constamment des myriades de spores (*conidies*) pendant toute la saison de végétation. Ces spores, transportées sur des arbres sains par le vent ou par les plumes d'un oiseau ou les ailes d'un insecte ou la fourrure d'un écureuil, peuvent rencontrer une blessure, une fente dans l'épiderme ou dans l'écorce. Elles germent en donnant un mycélium qui s'insinue à travers le liber et l'assise cambiale, accentuant surtout son développement dans le sens latéral. Le tronc ou la branche est alors à la merci du parasite. Dans une ou deux saisons de végétation toute la périphérie de l'axe est envahie et sur un anneau plus ou moins large les cellules de ces tissus vitaux sont tuées. Tout ce qui est au-dessus de cette zone nécrosée ne reçoit plus de nourriture par suite de la dessiccation et de la mort des derniers anneaux ligneux par les vaisseaux desquels passe la solution nutritive. Le feuillage jaunit et se dessèche; *le phénomène est aussi net, aussi brusque, que si l'on faisait une incision annulaire.*

Après les spores conidiennes se produisent les *ascospores*. Le mycélium se condense en de petites pustules ovales qui se font jour à travers les crevasses de l'écorce. Chaque pustule, de la grandeur d'un petit pois, de couleur jaunâtre, renferme plusieurs périthèces très petits en forme de bouteille dont le long goulot s'ouvre au dehors. Ces périthèces contiennent un

(1) En Connecticut la maladie est très intense à Stamford; elle s'étend le long de la côte jusqu'à New-London et au sud-est du Massachusetts. En New-Jersey, la maladie sévit dans les parties septentrionales et orientales. En Pensylvanie, elle n'est nulle part abondante jusqu'ici quoiqu'elle existe en des lieux assez distants. Elle a été signalée aussi près de Baltimore (Maryland) et à Bedford (Virginie), mais sur un ou deux points.

grand nombre de cellules (*asques*) ayant chacune huit spores. C'est sous cette forme de périthèce que le parasite passe l'hiver.

La dissémination des ascospores a lieu au printemps ; puis on voit se former d'innombrables spores conidiennes, différentes des ascospores ; elles sont produites en série linéaire à l'extrémité des filaments.

Ces spores sont, disions-nous, transportées surtout par le vent. Beaucoup de faits le prouvent. Ainsi l'on a observé que les arbres placés dans des lieux exposés au vent (bords des routes, des forêts, des fleuves, des étangs) sont plus fréquemment contaminés que les tiges abritées. Les arbres sur des pentes ou dans des fonds avoisinant des sujets malades placés au-dessus sont habituellement infestés, évidemment parce qu'ils reçoivent les spores apportées par les vents soufflant d'en haut.

Des peuplements denses sont, par contre, en général un obstacle à la propagation de la maladie, sauf sur les points où elle est très intense. Alors rien ne peut l'arrêter.

Évaluation du dommage. — Le dommage causé par ce Champignon s'élève, d'après l'enquête, au chiffre formidable de VINGT MILLIONS de francs, au moins.

Jamais jusqu'alors on n'avait eu à enregistrer un pareil chiffre à l'actif d'un seul Champignon, en si peu de temps. Cela tient à ce que la maladie a sévi dans une région où les châtaigniers sont très fréquemment plantés dans les parcs et les jardins comme arbres d'ornement. Les pertes ont été plus vivement ressenties. Dans le Prospect Park, de Brooklyn, six châtaigniers seulement restent en vie sur 1 400. Dans le Forest Park, à Jamaïca (Long-Island), tous les châtaigniers sont malades et beaucoup sont morts. On conçoit qu'il est difficile d'estimer la valeur d'arbres surtout utiles à des buts esthétiques ; cette valeur est toute de convention.

Quoique les ravages sur les arbres d'ornement aient le plus attiré l'attention, le dommage ne s'est pas borné là.

Une phase plus sérieuse de l'épidémie est la menace pour les terrains forestiers commerciaux. Déjà beaucoup de forêts particulières dans cinq États ont été attaquées et, de ce chef, il y a de grandes pertes, mais qui ne sont rien à côté de celles qu'on subira si la maladie continue à s'étendre.

Le châtaignier est en effet un des plus utiles arbres forestiers américains et l'un de ceux qui poussent le plus vite.

Il constitue une partie très importante des peuplements dans les forêts de l'est des États-Unis. Le bois est extrêmement durable; aussi est-il très largement employé pour poteaux, mâts, traverses de chemin de fer en même temps qu'il est fort recherché à bon droit comme bois d'ébénisterie. Le châtaignier se prête admirablement au traitement forestier et constitue probablement, après le pin Weymouth, les peuplements les plus rémunérateurs.

Tous les arbres atteints au tronc sont des arbres morts. Il faut les exploiter le plus tôt possible pour empêcher la maladie de se répandre et pour utiliser le bois avant qu'il ait perdu de ses qualités techniques. Lorsque l'arbre est abattu et débité promptement, son bois a toute sa valeur marchande.

Moyens préventifs et destructifs. — En raison de son extraordinaire nocuité il est de la plus grande importance pour les propriétaires d'empêcher l'extension du Champignon vers les localités indemnes. Il n'y a guère que deux moyens :

1° Faire une reconnaissance minutieuse des forêts envahies et abattre les arbres ou les rameaux sur lesquels on découvrira le parasite afin d'empêcher la contamination du voisinage;

2° Interdire pour la même raison le transport du matériel infesté.

Dans les peuplements serrés la maladie s'étend en général moins rapidement que dans les peuplements éclaircis. Donc il sera bon de laisser le massif aussi serré que possible, au moins sur les lisières.

Vu l'imminence du danger et la gravité des pertes en perspective, les forestiers des États-Unis réclament énergiquement une législation spéciale prohibant l'importation de châtaigniers infestés, surtout de plants pour pépinières, ordonnant une inspection systématique et minutieuse des peuplements suspects et exigeant la coupe des arbres infestés. Il est absolument urgent de prendre des mesures énergiques pour éteindre la maladie partout où elle apparaît.

II — EUROPE

Depuis longtemps déjà, depuis plus de cinquante ans, les châtaigniers cultivés pour le fruit, les châtaigniers greffés surtout, mais aussi parfois les arbres non greffés, élevés pour le bois, manifestent sur de nombreux points du Portugal, de l'Espagne, de l'Italie et de la France un état maladif qui amène plus ou moins rapidement la mort des plus gros arbres.

Cette maladie est dite de *l'encre* ou du *pied noir*, parce qu'elle est due à l'altération des racines qui, ramollies par une sorte de gangrène humide, laissent sortir de leur tissu fauve une exsudation tannique produisant de l'encre avec le fer du sol.

Elle a été très étudiée dans les divers pays que je viens de citer, sans qu'on soit encore arrivé à un diagnostic certain. On a publié sur la maladie des châtaigniers de très nombreux travaux ⁽¹⁾, et mon intention n'est nullement d'en faire l'analyse complète. Je voudrais seulement dire quelques mots sur l'état actuel de la question.

En Portugal, cette maladie vient d'être étudiée par M. J. DA CAMARA PESTANA ⁽²⁾, qui arrive aux conclusions suivantes, conformes à celles qui ont été déjà formulées en France et en Italie.

Le savant portugais constate que la maladie attaque les châtaigniers sauvages et cultivés dans presque tous les sols et avec les divers systèmes de culture. Les arbres malades développent tard leurs feuilles; celles-ci ont une teinte anormale, jaunâtre, et les rameaux terminaux sont souvent rabougris. Les fruits ne se forment pas ou tombent prématurément, ou au contraire peuvent rester sur l'arbre toute l'année. L'arbre finit par mourir.

Un examen minutieux des parties aériennes ne révèle aucune altération; mais il n'en est pas de même des racines, surtout des

⁽¹⁾ Citons notamment ceux de PLANCHON (1878), J. DE SEYNES (1879), CORNU, GIBELLI, SAVASTANO (1884), CRIÉ (1894-1895), L. MANGIN, DELACROIX, etc.

En 1902, le ministre de l'agriculture, M. DUPUY, adressa aux préfets une circulaire leur prescrivant de procéder à une enquête sur les modes de culture et l'étendue des châtaigneraies produisant des fruits ou des menus bois (taillis, cerclières), la valeur de la production, l'étendue des terrains dévastés soit par les maladies, soit par l'abatage ou l'arrachage des arbres destinés à la fabrication de l'extrait.

⁽²⁾ *Bul. Soc. Portugaise Sc. nat.*, I (1907), n° 2, p. 55-70, avec 2 planches; *Bol. R. Soc. Agr. Portuguesa*, IX (1907), n° 12, p. 686-762, avec 2 planches.

racines fines, qui deviennent noires ; leurs tissus ligneux subissent une pourriture humide ; ils exsudent un liquide noir dégageant une odeur de tanin ; l'écorce se détache sous la moindre pression. Peu à peu, parfois très vite, cette pourriture des racelles s'étend aux grosses racines et, quand presque toutes sont envahies, l'arbre meurt.

En examinant au microscope, M. da Camara Pestana a trouvé, comme les mycologues français, à la limite entre la partie saine et la région noircie dont on vient de parler, une zone infestée de bactéries et de filaments mycéliens semblant en relation avec les mycorhizes existant normalement sur les racines saines. L'auteur croit que la maladie est due aux bactéries et aux hyphes des mycorhizes qui, au lieu d'être des commensaux ou même des adjuvants, vivent en parasites, par suite de l'affaiblissement de vigueur de l'arbre, et il attribue cet état de langueur rendant l'organisme inapte à réagir contre les attaques des parasites au manque de nitrification dans le sol, à son appauvrissement en principes fertilisants.

Cette opinion recrute aussi chaque jour plus d'adhérents en France. Je ne crois pas qu'il y ait sur les châtaigniers européens une maladie parasitaire analogue à celle des États-Unis, c'est-à-dire causée par un vrai parasite tuant en deux ans les arbres les plus vigoureux.

On se rallie de plus en plus à l'idée, exprimée depuis longtemps déjà par divers auteurs, que le vrai moyen d'enrayer le dépérissement des châtaigniers est de les mettre dans le meilleur état de végétation possible.

Aussi essaie-t-on maintenant de lutter contre cette *soi-disant* maladie des châtaigniers par des engrais appropriés. Je dis *soi-disant* parce qu'il n'y a pas, à proprement parler, en Europe, de maladie de châtaigniers due à des parasites déterminés ; il y a des arbres qui dépérissent et meurent par suite des mauvaises qualités du sol.

On a déjà obtenu des succès par l'application des engrais et par l'aération et la culture du sol.

Sur mes indications, un propriétaire des environs de Pau a soigné de gros châtaigniers dépérissants en distribuant des scories de déphosphoration sur les racines. On a creusé des trous jusqu'au voisinage des racines, on y mettait les scories finement

moulues et on recouvrait de terre en même temps qu'on piochait le sol tout autour du tronc pour l'aérer et l'humidifier.

« Dans un groupe de trois arbres voisins, présentant des signes certains d'un commencement de dépérissement, le n° 1, *soigné depuis 1905 avec scories et kaïnite, est beau et d'une belle végétation*. Il a été pioché chaque année et chaque année on a répandu sur le sol les engrais que vous avez indiqués (1). Des n°s 2 et 3, de même force et de même végétation que le n° 1, *l'un, le n° 2, laissé sans aucun soin, est mort; l'autre, le n° 3, soigné en 1907 avec trous et scories et pioché en 1908, reste dépérissant.* »

Cette expérience semble bien convaincante. Le n° 1, qui a reçu l'engrais, a guéri; le n° 2, laissé tel quel, est mort; le n° 3, *soigné en 1907 seulement et non en 1905 comme le n° 1*, est encore dépérissant, mais l'action de l'engrais va probablement se faire sentir.

Il y a eu un insuccès sur les n°s 5, 6 et 7 arrosés de sulfate de cuivre, puis traités en 1907 par des scories mises en divers trous creusés sous la projection horizontale de la cime. Ils sont morts, mais le propriétaire déclare qu'ils étaient très atteints.

Il est clair que les engrais ne peuvent sauver un arbre presque mort; on doit les appliquer dès que l'on constate le premier symptôme de dépérissement.

Dans un voyage récent que je viens de faire en Bretagne, j'ai eu l'occasion de voir M. Julien, professeur d'arboriculture à l'École nationale d'agriculture de Rennes, et M. Joubaire, inspecteur adjoint des forêts à Rennes. D'après ce dernier, l'on trouve dans les forêts soumises au régime forestier (Rennes, Fougères, etc.), des châtaigniers gélivés — à la suite du rude hiver de 1879-1880 — mais très vigoureux. Le bois se vend 35 francs le mètre cube sur pied, plus cher que le chêne.

M. Julien constate que, partout en Bretagne, les châtaigniers isolés dans les champs cultivés sont en bon état ainsi que les cépées des taillis exploités à courtes révolutions pour la fabrication des cercles. Les arbres atteints se trouvent dans les châtaigneraies où l'on pratique à outrance le soutrage et l'enlèvement

(1) Lettre de M^{lle} M. Peyre, d'Artiquelouve, pres Pau (Basses-Pyrénées), 19 février 1909.

des feuilles, où le sol est privé de tout élément fertilisant. M. Julien fait en ce moment, sur divers points, des expériences à l'aide d'engrais chimiques et de fumier dans le but de rendre la vigueur et la santé aux arbres faiblement atteints. Des lots témoins laissés tels quels montreront au bout de quelques années si le dépérissement des châtaigniers tient bien à l'épuisement du sol et si l'addition d'engrais suffit à les remettre en état, comme l'espère l'expérimentateur⁽¹⁾.

On pourrait aussi essayer de greffer nos bonnes variétés sur les formes exotiques du châtaignier, soit la forme américaine — ce serait imprudent à cette heure; on courrait le risque d'introduire le parasite aérien en cherchant à résister aux parasites souterrains, — soit plutôt la forme japonaise, le *G. crenata*. Ce procédé a bien réussi au professeur Savastano contre les maladies de divers arbres fruitiers en Italie. On a tenté de greffer le châtaignier sur les chênes; mais les résultats ont été, je crois, peu brillants.

(1) Dans l'ouest de la France, si les terres arables sont généralement bien cultivées, par contre les bois particuliers sont déplorablement traités. Dans le pays de Gouélo, par exemple, aux environs de Paimpol, on coupe rez terre la végétation spontanée (formée surtout d'ajoncs) tous les trois ans. Ces ajoncs sont mis en tas et utilisés pour le chauffage. De plus, chose incroyable, ces sols déjà si pauvres, puisqu'il s'agit des quartzites du cambrien renommés pour leur infertilité, sont *émottés*, c'est-à-dire qu'on vient avec une sorte de pioche (*tranche*) enlever la croûte superficielle du sol, la souche et les racines des ajoncs, bruyères, fougères, avec le peu d'humus et de matières fertilisantes péniblement accumulés par la végétation. Ces sortes de galettes (mottes) sont encore utilisées pour le chauffage. Quant aux pins maritimes, les propriétaires ne peuvent admettre qu'on laisse à la cime plus de trois verticilles de rameaux!! Toutes les branches inférieures sont impitoyablement coupées, toujours pour le chauffage. Il est inouï qu'au vingtième siècle, dans un pays civilisé, d'aussi absurdes pratiques subsistent encore. C'est la culture-vampire dans toute sa beauté!

DEUXIÈME CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DES

MUSCINÉES DE LA GRÈCE

Par M. A. COPPEY

I. Introduction

Pour recueillir de nouveaux documents relatifs à la flore et à la géographie botanique de l'Orient, M. RENÉ MAIRE a entrepris un troisième voyage d'exploration en Grèce, pendant les mois d'avril et mai 1908. Il pensait, à juste titre, pouvoir observer, en cette saison, de nombreuses plantes dont il ne reste à la fin de l'été que des vestiges méconnaissables.

En ce qui concerne les Muscinées, il est certain que, sous un tel climat, sec et chaud, bien des espèces annuelles, à développement rapide, ne peuvent être récoltées qu'en hiver et au printemps. C'est ce qui explique l'absence de nombreuses Mousses, cependant signalées antérieurement, dans les récoltes faites en 1906 par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN.

Au cours de ce troisième voyage, M. RENÉ MAIRE n'a pu parcourir à nouveau les montagnes de la Grèce septentrionale ; par contre, il a visité avec soin les plaines de la Thessalie, l'Attique et la Morée (Messénie, Élide) [Voir plus loin la carte de la Grèce].

Le nombre des échantillons de Muscinées que j'ai eu de ce chef à examiner s'est élevé à plus de 320 ; la plupart ont pu être identifiés malgré la stérilité de beaucoup d'entre eux.

MM. G. DISMIER et J. CARDOT ont bien voulu me prêter leur concours ; je suis heureux de les en remercier ici.

Toutes ces nouvelles récoltes ont été ajoutées à l'herbier spécial des Muscinées de Grèce, commencé avec les récoltes de 1906 et déposé au laboratoire de botanique de l'Université de Nancy.

La liste des Muscinées de Grèce se trouve enrichie de trente espèces sur lesquelles il n'y a que deux Hépatiques ; il est peu utile, je pense, d'en faire l'énumération ici ; un signe particulier les fera remarquer plus loin. Le nombre total des Hépatiques signalées jusqu'à présent en Grèce s'élève ainsi à quarante environ et celui des Mousses à deux cent quinze (1), la part contributive des découvertes de MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN étant de vingt-quatre Hépatiques et quatre-vingt deux Mousses. Mais, malgré leur intérêt, ces chiffres ne nous donnent qu'une idée fort insuffisante des résultats obtenus par ces deux botanistes, relativement à la géographie botanique de la presqu'île hellénique, résultats qui tiennent beaucoup plus à la diversité des stations étudiées et au soin avec lequel ont été notées les diverses indications utiles.

II. Compléments bibliographiques.

Dans un premier fascicule sur les Muscinées de la Grèce (2), j'ai donné une rapide analyse de onze publications consacrées plus ou moins complètement à ces plantes et échelonnées entre les années 1806 et 1894.

J'ai découvert, depuis, deux nouvelles indications bibliographiques que je m'empresse de rappeler ici, ainsi qu'une note que j'ai publiée moi-même dans la *Revue bryologique*.

Voici la liste complémentaire des publications sur les Muscinées de Grèce :

- 1826. ROBERT KAYE GREVILLE, *Some Account of a Collection of Cryptogamic Plants from the Ionian Islands* (Trans. Linn. Soc. London, Vol. XV, pp. 341-347. Tab. 3).
- 1888. STEPHANI, *Porella Levieri* Jack et Steph. (Flora, LXXI, pp. 496-498).
- 1908. A. COPPEY, *Sur Barbula papillosissima* A. Cop. (*Revue bryologique*, 35^e année, n° 3, pp. 74-79).

(1) Ces chiffres ne sont qu'approximatifs, à cause des espèces douteuses signalées anciennement et non retrouvées depuis.

(2) A. COPPEY, « Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce » (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, 1907, 3^e fascicule).

Le mémoire de GREVILLE vient, par sa date, s'intercaler entre le *Floræ Græcæ Prodrômus* de SIBTHORP et SMITH et l'*Expédition scientifique en Morée* de BORY DE SAINT-VINCENT ⁽¹⁾. Il en résulte que la part contributive attribuée précédemment à chacun des auteurs plus récents doit être légèrement modifiée, quant au nombre d'espèces nouvelles pour la Grèce. Il est peu utile, je pense, de faire une semblable rectification.

GREVILLE signale donc sept Hépatiques et trente et une Mousses, sans donner d'autres indications de station ni de localité que leur présence dans les îles Ioniennes. Quelques-unes des espèces citées sont douteuses : *Fossombronina pusilla*, *Fissidens bryioides* et *Fontinalis squamosa* (Voir plus loin), non retrouvées depuis, et qui ont peut-être été confondues avec des plantes voisines; *Pellia epiphylla* qui, dans des localités essentiellement calcaires, était sans doute *P. Fabroniana*, et enfin *Lophozia inflata* (Voir plus loin).

Parmi les Mousses citées, GREVILLE décrit et figure quatre espèces nouvelles : *Bryum elegans* et *Bryum Donianum*, qui ont conservé leurs noms, puis *Tortula Northiana*, qui n'est autre que *Tortula cæspitosa* Schwægrichen = *Barbula cæspitosa* Schultz, et enfin *Hypnum Leskea*, connue déjà sous le nom d'*Hyp. circinatum* Bridel, devenu *Eurhynchium circinatum* Br. E.

En 1888, STEPHANI décrit, sous le nom de *Porella Levieri*, une Hépatique nouvelle, récoltée en Italie et en Grèce; on trouvera plus loin la transcription fidèle de cette description.

Enfin, quelque temps après la publication des *Contributions à l'étude des Muscinées de la Grèce*, où j'avais décrit *Barbula papillosissima*, j'eus l'occasion, en feuilletant la collection de la *Revue bryologique*, de découvrir une note de VENTURI ⁽²⁾ où se trouvait la description d'une variété *hirsuta* de *Barbula ruralis* qui me parut identique à *B. papillosissima*. La plante de VENTURI avait été recueillie en Sardaigne. M. HUSNOT, qui en possédait un échantillon fertile, a bien voulu me le confier. J'ai donc pu vérifier l'identité de cette plante avec celle que j'avais décrite et figurée, et compléter la description de celle-ci, qui possède une capsule pourpre noirâtre et un pédicelle de texture plus ferme, se tordant moins par la sécheresse que chez *B. ruralis*.

(1) Cf. A. COPPEY, *loc. cit.*

(2) « *Barbulae rurales* » (*Revue bryologique*, 1890, n° 4, p. 51).

III. Catalogue complémentaire des Muscinées de la Grèce

Dans la liste qui suit, j'ai noté toutes les espèces ayant pu être déterminées dans les dernières récoltes de M. RENÉ MAIRE. J'y ai ajouté celles qu'avait mentionnées GREVILLE. Les espèces nouvelles pour la Grèce sont désignées par un astérisque. Toutes, sauf *Bryum Donianum*, déjà cité par GREVILLE, ont été découvertes par M. MAIRE.

L'ordre et les noms adoptés sont, comme dans le précédent fascicule, ceux des ouvrages de M. HUSNOT (*Muscologia Gallica*), pour les Mousses, et de l'abbé BOULAY (*Muscinées de la France*, 2^e partie, *Hépatiques*) pour les *Hépatiques*. Enfin, la synonymie ne sera indiquée que pour les noms employés par GREVILLE.

HEPATIQUES

Frullania Radd.

F. dilatata Dum. = *Jungermannia dilatata* L.

Thessalie : Kalabaka, forêt de *Quercus*, près d'Agios Stephanos, 300 mètres, 19/4, n° 3634.

Iles Ioniennes (Greville).

Madotheca Dum.

M. Levieri = *Porella Levieri* Jack et Steph.

Porella Levieri Jack et Steph.

« *Dioica*, dense caespitosa, obscure viridis vel flavo-viridis. Caulis procumbens, 8-12 cm. longus, furcatus vel pinnatim ramosus, ramis remotis longis simplicibus strictisque. Folia conferta, ovato-triangularia, breviter acuminata, obtusiuscula vel truncato-rotundata, valde deversa apiceque recurvata, integra, ad insertionem dorsalem appendiculo lanceolato, dentato instructa, ventre brevi spatio cum lobulo connata. Cellulæ margine 0,017, medio 0,025 mm. trigonis parvis.

« *Lobulus triangularis acuminatus acutus margine exteriori recurvus basi utroque latere longe in caule decurrens, alæ angustæ, laciniatæ vel grosse dentatæ.*

« *Amphigastria cauli parum latiora, breviter ligulata, integra vel crenata, apice reflexa, basi dentata longe decurrentia, alis angustis hamatim laciniatis.*

« *Folia involucr. duo, foliis caulinis minora similia, longe acuminata tamen apiceque magis reflexa (in flore juvenili), dorso appendiculis lanceolatis munita, ceterum integerrima; lobulus folio suo parum brevior, duplo angustior, usque ad basin fere solutus, acuminatus acutus margine repandus basique laciniatus. Amph. invol. intimum foliis æquimagnum, e basi latiore oblongum, apice emarginato-bidentulum.*

« *Perianthium (junius) cupuliforme, complanatum, ore late truncato, repando integro.*

« Hab. Italia in Apennino pistoriensi, loco Boscolungo leg. LEVIER mense Junio 1879 cum flore ♀. — Græcia, Achaïa, in monte Kyllene (regione sylvatica) leg. v. HELDREICH mense Junio 1887 cum flore ♀ (¹). »

OBSERVATIONS. — STEPHANI fait remarquer, avec raison, qu'il serait très intéressant de connaître les conditions d'existence de cette plante, à cause de la variabilité des espèces voisines selon leur substratum. Bien que cette indication ne lui ait pas été communiquée par les collecteurs, il pense que la plante a été recueillie sur les arbres, d'après l'exemplaire italien auquel était mélangé un *Radula*.

Radula Dum.

R. complanata Dum. = *Jungermannia complanata* L.

Thessalie: Kalabaka, troncs de *Quercus conferta*, près d'Agios Stephanos, avec *Weisia viridula*, *Barbula subulata*, *Encalypta vulgaris*, *Bryum Donianum*, *Bryum cæspitium*, 300 mètres, 19/4, n° 3654.

Iles Ioniennes (β minor — Greville).

Lophozia Dum.

L. inflata (Huds.) Hove = *Jungermannia inflata* Huds.

Iles Ioniennes (Greville)?

OBSERVATIONS. — Il est peu probable qu'il s'agisse réellement du *L. inflata*, plante des marais et tourbières, qui paraît manquer dans la région méditerranéenne; toutefois, il est impossible de se prononcer en l'absence de description et d'échantillon et même d'indication de station (²).

(¹) STEPHANI, loc. cit.

(²) Cf. A. COPPEY, loc. cit., à propos de *Lophozia inflata* signalé par Bory de Saint-Vincent.

L. turbinata (Radd.) Steph.

Attique : M^e Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, sur rochers calcaires humides, 4/5, n° 3658, avec périanthes.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, avec *Gymnostomum calcareum*, 25/4, n° 3673.

Élide : forêt de Manoladha, avec *Gymnostomum calcareum* et *Mielichhoferia Coppeyi*, 5/5, n° 3781.

Mesophylla Dum.

**M. Stillicidiorum* (Radd.) Boul.

Attique : M^e Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, avec *Barbula rigida*, sur rochers calcaires suintants, 4/5, n° 3580.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Gymnostomum calcareum*, 5/5, n° 3755.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, avec *Gymnostomum calcareum*, 25/4, n° 3680.

Fossombronía Radd.

Fossombronía sp.

Élide : Olympie, sur marnes, 6/5.

F. pusilla Dum. = *Jungermannia pusilla* L.

Iles Ioniennes (Greville).

Pellia Radd.

P. Fabroniana Radd.

Attique : M^e Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, sur rochers calcaires humides, 4/5, n° 3656.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3708.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, 25/4, n° 3504, n° 3684, fertile.

OBSERVATIONS. — Sauf pour le dernier échantillon, la détermination est douteuse. Cependant, toutes les probabilités sont en faveur du *P. Fabroniana*, car il est associé, dans les mêmes stations, avec des plantes telles que *Eucladium verticillatum*, *Gymnostomum calcareum*, *Trichostomum tophaceum*, *Mesophylla stillicidiorum*, etc., caractéristiques des stations où croît ce *Pellia*.

P. epiphylla Cord. = *Jungermannia epiphylla* L.

Iles Ioniennes (Greville).

Lunularia Mich.

L. cruciata (L.) Dum.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus* en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, avec *Eurhynchium megapolitanum*, *Eucladium verticillatum*, *Gymnostomum calcareum*, *Eurhynchium circinatum*, *Bryum capillare*, *Barbula cylindrica*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3625, ♂ et à propagules.

Attique : M^r Hymette, sur calcaire, avec *Trichostomum Barbula*, 15/4, n° 3659, à propagules.

Attique : M^r Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, sur rochers calcaires humides, avec *Funaria calcarea*, *Entosthodon curvisetus*, *Bryum murale*, *Didymodon luridus*, 4/5, n° 3570.

Élide : Olympe, sur marnes, avec *Eurhynchium circinatum*, *Bryum Donianum*, *Barbula gracilis*, *Trichostomum Barbula*, *Gymnostomum calcareum*, 6/5, n° 3729.

Messénie : Kalamata, murs et digues au bord du Nédon, avec *Eurhynchium circinatum*, *Bryum capillare*, 23/4, n° 3514, à propagules.

Messénie : Nisi, talus sur les sables néogènes : 1° avec *Eurhynchium megapolitanum* ; 2° (Voir *Targionia hypophylla*), 26/4, n° 3670.

Grimaldia Radd.

**G. fragrans* (Balb.) Cord. ?

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Fissidens Bambergeri*, 5/5, n° 3744.

OBSERVATIONS. — Cette détermination est un peu douteuse, à cause de la stérilité de l'échantillon ; mais elle est cependant probable à cause des caractères suivants : fronde fortement canaliculée en dessus à l'état humide, garnie d'écailles à la face inférieure ; écailles munies, au bord de la fronde, de prolongements blancs, triangulaires, effilés, redressés verticalement, et débordant la fronde de plusieurs millimètres.

G. dichotoma Radd.

Messénie : Nisi, talus sur les sables néogènes, avec *Scleropodium illecebrum*, 26/4, n° 3655, fertile.

Reboulia Radd.

R. hemisphærica Radd.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, avec *Bryum Donianum*, *Funaria calcarea*, 19/4, n° 3651.

Attique : M^e Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, sur rochers calcaires humides, 4/5, n° 3581.

Targionia (Mich.) L.

T. hypophylla L.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus* en montant à Agios Stephanos, conglomérat arénacé, avec *Eurhynchium circinatum*, *Bryum capillare*, *Barbula cylindrica*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3629, fertile.

Attique : M^e Oza (Parnès), près du monastère Panagia-Kliston, sur rochers calcaires humides, 4/5, n° 3686, fertile.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Bryum Donianum*, 5/5, n° 3721, fertile.

Messénie : Nisi, talus, sur sables néogènes, avec *Scleropodium illecebrum*, *Bartramia stricta*, *Lunularia cruciata*, *Bryum Donianum*, 26/4, n° 3666, fertile.

Riccia L.

R. crystallina L.

Iles Ioniennes (Greville).

Anthoceros L.

A. lævis L.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3743, fertile.

Messénie : Nisi, talus, sur sables néogènes, avec *Scleropodium illecebrum*, *Pogonatum aloides*, 26/4, n° 3662, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

MOUSSES ACROCARPES

Hymenostomum R. Br.

H. tortile Br. E.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 1/5, n° 3519.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3562.

Gyroweisia Schpr.

**G. reflexa* Schpr.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3709, fertile.

Gymnostomum Hedw.*G. calcareum* N. et H.

Thessalie : Kalabaka, maquis, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3628.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires humides, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Eurhynchium curvisetum*, *Mesophylla stillicidiorum*, 4/5, n° 3575.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses : 1° avec *Mesophylla stillicidiorum*, 5/5, n° 3753, fertile ; 2° avec *Lophozia turbinata* et *Mielichhoferia Coppeyi*.

Élide : Olympe, sur marnes (Voir *Lunularia*), 6/5, n° 3727.

Thessalie : Kalamata, murs et digues au bord du Nédon, avec *Trichostomum crispulum*, 23/4, n° 3543, fertile. — Ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides : 1° avec *Lophozia turbinata* ; 2° avec *Mesophylla stillicidiorum* ; 3° avec *Dicranella varia* et *Trichostomum Barbula*, 25/4, n° 3679, fertile.

Kerkyra : rocailles calcaires à Gastouri, avec *Dicranella varia* et *Bryum Donianum*, 100 mètres, 8/5, n° 3738, fertile.

Eucladium Br. E.*E. verticillatum* Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Lunularia cruciata* ; 2° avec *Trichostomum tophaceum*, 19/4, n° 3627.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3706.

Messénie : Kalamata, murs humides au bord du Nédon, 23/4, n° 3548.

Weisia Hedw.*W. viridula* Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Barbula subulata* ; 2° avec *Pottia Wilsoni* ; 3° avec *Bryum capillare* et *Fissidens pusillus* ; 4° avec *Phascum cuspidatum* ; 5° (Voir *Radula complanata*), 19/4, n° 3603, fertile.

Var. *gymnostomoides* Brid.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Bryum torquescens*, 4/5, n° 3592, fertile.

Messénie : Nisi, talus, sur les sables néogènes, avec *Bartramia stricta*, 26/4, n° 3664, fertile.

Dicranella Schpr.

D. varia Schpr. = *Dicranum varium* Hedw.

Thessalie : Trikkala, champs, sur alluvions, avec *Webera carnea*, *Barbula convoluta*, *Trichostomum topheaceum*, 18/4, n° 3715.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3705, fertile.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, avec *Trichostomum Barbula* et *Gymnostomum calcareum*, 25/4, n° 3682.

Kerkyra : rocailles calcaires à Gastouri, avec *Gymnostomum calcareum* et *Bryum Donianum*, 100 mètres, 8/5, n° 3739.

Iles Ioniennes (Greville).

Dicranum Hedw.

D. scoparium Hedw.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, avec *Hypnum cupressiforme*, 19/4, n° 3595.

Fissidens Hedw.

F. bryoides Hedw. = *Dicranum bryoides* Roth.

Iles Ioniennes (Greville).

**F. Bambergeri* Schpr.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Grimaldia fragrans*, 5/5, n° 3745.

F. pusillus Wils.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, avec *Bryum capillare* et *Weisia viridula*, 19/4, n° 3638, fertile.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Funaria calcarea* et *Entosthodon fascicularis*, 4/5, n° 3700, fertile.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Bryum Donianum* et *Trichostomum nitidum*, 5/5, n° 3761, fertile.

F. incurvus Hedw.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3685, fertile.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, avec *Eurhynchium curvisetum*, 23/4, n° 3565, fertile.

F. decipiens de Not.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, avec *Barbula inermis*, *Encalypta vulgaris* et *Pterogonium ornithopodio* des, 19/4, n° 3633.

Seligeria Br. E.

S. pusilla Br. E. = *Weissia pusilla* Hedw.

Iles Ioniennes (Greville).

Ceratodon Brid.

C. purpureus Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3644.

Cheilothela Lindb. in Utkastill... (1878), p. 34.

**C. chloropoda* Lindb.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, avec *Barbula squarrosa*, 29/4, n° 3660.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3677.

Kerkyra : rocailles calcaires à Gastouri, 100 mètres, 8/5, n° 3737.

OBSERVATIONS. — J'ai cru devoir, pour cette espèce, faire une exception à la règle que je me suis imposée d'adopter les noms génériques et spécifiques admis par les auteurs précédemment mentionnés.

Il me semble fort difficile, en effet, de rapprocher aussi étroitement cette plante du *Ceratodon purpureus*. BROTHÉRUS⁽¹⁾ a fort justement repris le nom de genre *Cheilothela*, créé par LINDENBERG, en réunissant à l'espèce européenne deux Mousses exotiques : *Ch. Novæ-Seelandiæ* Broth. et *Ch. chilensis* (Mont. sub *Trichostomo*). BROTHÉRUS définit fort exactement ce genre par la structure de la feuille :

« Rippe kräftig gegen die Spitze durch zweischichtige Laminazellen verbreitet und hier beiderseits durch gepaarte Mamillen rauh, in dem als Stachelspitze austretenden Teile jedoch glatt oder undeutlich gezähnt mit medianen Deutern, ohne Begleider. »

Les caractères du péristome et de la capsule sont peu accentués dans ce genre et les genres voisins.

Les auteurs du *Bryologia Europæa* décrivent *Cheilothela*

(1) In ENGELER et PRAUTL, *Pflanzenfamilien*.

chloropoda sous le nom de *Trichostomum strictum*, et font remarquer qu'il pourrait bien être identique avec *Ceratodon chloropus* Brid. ; cette plante, disent-ils, forme une transition entre les Trichostomées et les Dicranacées. Plus tard, SCHIMPER ⁽¹⁾ n'en parle plus que sous le nom de *Ceratodon chloropus*.

BOULAY ⁽²⁾ fait ressortir que les détails de structure du péristome constituent des affinités non douteuses avec le genre *Trichostomum*.

Ces affinités apparaissent non moins bien quand on compare la structure de la feuille avec celle de certaines espèces de *Trichostomum* dont on a fait parfois le genre *Timmiella* (de Not.) Limpr., en particulier du *Timmiella anomala* (B. E.) Limpr.

Il est étrange que cette structure si remarquable, si complètement différente de celle du *Ceratodon purpureus*, n'ait pas frappé également tous les auteurs et servi de base à leur description de la plante, ainsi qu'à l'établissement des tables dichotomiques de leurs ouvrages. Cette structure est même passablement méconnue tant dans le texte que dans les figures du *Bryologia Europæa* et des flores françaises.

C'est pour cette raison que j'ai jugé utile de donner ici quelques dessins qui, me semble-t-il, la représentent plus exactement (Pl. I, fig. *a*, *b*, *c*, *d*, et Pl. II, phot. *a* et *b*).

Le simple aspect d'une feuille, même à un faible grossissement, suffit pour ne pas confondre cette espèce avec aucune autre de la flore européenne ; malgré sa stérilité habituelle, il est donc assez facile d'établir son aire de dispersion exacte et son degré de fréquence, d'une façon plus précise qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Leptotrichum Hpe.

L. flexicaule Hpe., var. *densum* Schpr.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois à *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, avec *Barbula squarrosa* et *Trichostomum crispulum*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3614.

Pleuridium Brid.

**P. subulatum* Br. E.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3763, fertile.

(1) SCHIMPER, *Synopsis Muscorum Europæorum*, éd. 2.

(2) BOULAY, *Muscinées de la France*, 1^{re} partie : *Mousses*, p. 468.

Acaulon Müll.*A. muticum* Müll., var. *cuspidatum* Schpr.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Pottia Starkeana*, 4/5, n° 3766, fertile.

Phascum L.*P. cuspidatum* Schreb., var. *piliferum* Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, avec *Pottia Wilsoni* et *Weisia viridula*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3653, fertile.

Attique : gare d'Ano-Liosia, sol argilo-calcaire, avec *Barbula unguiculata*, 4/5, n° 3764, fertile.

Pottia Ehr.**P. Wilsoni* Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, en montant à Agios Stephanos, avec *Weisia viridula* et *Phascum cuspidatum*, 300 mètres, 19/4, n° 3501, fertile.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, fertile.

P. Starkeana C. M.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Acaulon muticum*, 4/5, n° 3701, fertile.

Didymodon Hedw.*D. luridus* Hornsch. = *D. trifarius* Swartz.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Barbula cylindrica* et *Bryum torques-cens* ; 2° (Voir *Lunularia cruciata*) ; 3° avec *Barbula intermedia* ; 4° avec *Barbula muralis*, *Barbula revoluta* et *Bryum atro-purpureum*, 4/5, n° 3577.

Élide : Olympie, sur les ruines, avec *Barbula muralis* et *Barbula unguiculata*, 6/5, n° 3723, plante ♂ et fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

Trichostomum Hedw.*T. tophaceum* Brid.

Thessalie : Trikkala, champs, sur alluvions (Voir *Dicranella varia*), 18/4, n° 3717.

Thessalie : Kalabaka, forêt de *Quercus*, en montant à Agios

Stephanos, 200 à 400 mètres, avec *Eucladium verticillatum*, 19/4, n° 3647.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 1/5, n° 3694, fertile.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3707, fertile (var. *acutifolium* Schpr.).

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides; 25/4, n° 3672, fertile.

T. rigidulum Sm.

Attique : Khasia, rochers calcaires humides, 2/5, n° 3560, fertile.

T. flavo-virens Bruch.

Kerkyra : rocaïlles calcaires à Gastouri, avec *Trichostomum Barbula* et *Eurhynchium tenellum*, 8/5, n° 3725, fertile.

T. nitidum Schpr.

Attique : M^e Hymette (Trello-Vouno), gorge dite Kakorevma, 30/4, n° 3777.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3576.

Élide : forêt de Manoladha, avec *Bryum Donianum* et *Fissidens pusillus*, 5/5, n° 3760.

T. mutabile Bruch.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3563 (vidit Dismier).

**T. viridulum* Bruch.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, 25/4, n° 3769.

T. crispulum Bruch.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Bartramia stricta*, *Bryum caespitium*, *Encalypta vulgaris* et *Barbula vinealis*; 2° avec *Leptotrichum flexicaule* et *Barbula squarrosa*; 3° avec *Barbula cylindrica*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3605.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3593.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, avec *Gymnostomum calcareum*, 23/4, n° 3514; et ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, 25/4, n° 3505, fertile.

T. *Barbula* Schw.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3574, fertile.

Attique : M^r Hymette, sur calcaire, avec *Lunularia cruciata*, 15/4, n° 3118, fertile.

Élide : Olympie, sur marnes (Voir *Lunularia cruciata*), 6/5, n° 3726, fertile.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, avec *Dicranella varia* et *Gymnostomum calcareum*, 25/4, n° 3683.

Kerkyra : rocailles calcaires à Gastouri, 100 mètres, avec *Trichostomum flavovirens* et *Eurhynchium tenellum*, 8/5, n° 3734, fertile.

Desmatodon Brid.

**D. nervosus* Br. E.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3702, fertile.

Barbula Hedw.

B. rigida Schul.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Gymnostomum calcareum* et *Mesophylla stillicidiorum*, 4/5, n° 3579.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes humides, avec *Barbula gracilis*, 4/5, n° 3579, fertile.

Iles Ioniennes (*Tortula rigida* Turn. — Greville).

B. membranifolia Hook.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Barbula intermedia*, *Bryum argenteum*, *Bryum caespitium*, 4/5, n° 3508, fertile.

B. cuneifolia Brid.

Messénie : Nisi, talus sablonneux, 26/4, n° 3780, fertile.

OBSERVATIONS. — Forme hétérophylle ; feuilles inférieures petites, larges, pilifères ; feuilles supérieures grandes, mutiques, spatulées-cunéiformes, dyssymétriques.

**B. Vahliana* Schl.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Funaria hygrometrica*, 4/5, n° 3697, fertile.

B. muralis Timm.

Attique : Athènes, le Parthénon, avec *Barbula gracilis*, 14/4, n° 3108, fertile.

Élide : Olympie, sur les ruines, avec *Barbula unguiculata* et *Didymodon luridus*, 6/5, n° 3724, fertile.

Iles Ioniennes (*Tortula muralis* Hedw. — Greville).

Var. *obcordata* Schpr.

Thessalie : Trikkala, sur les murs, avec *Barbula vinealis*, 18/4, n° 3716, fertile.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Barbula revoluta*, *Didymodon luridus* et *Bryum atro-purpureum*, 4/5, n° 3584, fertile.

B. unguiculata Hedw.

Thessalie : Trikkala, champs, 18/4, n° 3712.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, avec *Barbula squarrosa* et *Barbula cylindrica*, 19/4, n° 3649.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Bryum torquescens* et *Barbula fallax*, 4/5, n° 3589.

Attique : sol argilo-calcaire, à la gare d'Ano-Liosia, avec *Phascum cuspidatum*, 8/5, n° 3765.

Élide : Olympie, sur les ruines, avec *Didymodon luridus* et *Barbula muralis*, 6/5, n° 3725.

Messénie : Kalamata, alluvions du Nédon, 26/4, n° 3749, fertile.

Iles Ioniennes (*Tortula fallax* Swartz. — Greville).

OBSERVATIONS. — Je crois devoir rapporter la plante citée par GREVILLE au *Barbula unguiculata*, bien que je n'aie pu trouver la synonymie du *Tortula fallax* de Swartz. En effet, l'indication complète, donnée par GREVILLE, est : *T. fallax* Swartz. *Musc. succ.*, p. 40. Hook et Grev. in *Edin Journ. of Science*, i. p. 299, et d'après l'*Index bryologicus* de Paris, *T. fallax* Hook. et Grev. = *Barbula unguiculata* Hedw.

B. fallax Hedw.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires au-dessus du monastère Panagia-Kliston, avec *Barbula unguiculata* et *Bryum torquescens*, 4/5, n° 3588.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3754, fertile.

B. vinealis Brid.

Thessalie : Trikkala, sur les murs, avec *Barbula muralis*, 18/4, n° 3718.

Thessalie : Kalabaka, maquis en montant à Agios Stephanos, 100 à 400 mètres, sur conglomérat arénacé (Voir *Trichostomum crispulum*), 19/4, n° 3606.

Attique : sur un mur, près de Daphni, 22/4, n° 3515.

Messénie : Nisi, talus, sur marnes néogènes, 26/4, n° 3757.

B. cylindrica Tayl.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, 100 à 400 mètres : 1° avec *Grimmia trichophylla* et *Pterogonium ornithopodioides* ; 2° avec *Barbula unguiculata* et *Barb. squarrosa* ; 3° avec *Barbula Brebissonii* et *Eurhynchium circinatum* ; 4° avec *Trichostomum crispulum* ; 5° (Voir *Lunularia* et *Targionia*) ; 19/4, n° 3622.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Bryum torquescens* et *Didymodon luridus*, 3/5, n° 3691.

**B. gracilis* Schw.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 300 à 500 mètres, 1/5, n° 3688.

Attique : Parthénon, avec *Barbula muralis*, 14/4, n° 3704.

Attique : Khasia, rochers calcaires, avec *Grimmia pulvinata*, 2/5, n° 3557.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3676, pieds ♀.

Élide : Olympie, sur sol marneux (Voir *Lunularia*), 6/5, n° 3730.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3567 ; et ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, avec *Barbula rigida*, fertile.

B. revoluta Schw.

Attique : M^e Hymette, sur calcaire, 15/4, n° 3119, fertile.

Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Bryum atro-purpureum*, *Barbula muralis* et *Didymodon luridus*, 4/5, n° 3585.

B. convoluta Hedw.

Thessalie : Trikkala, champs d'alluvions, avec *Webera carnea*, *Trichostomum tophaceum* et *Dicranella varia*, 18/4, n° 3713.

Attique : Khasia, rochers calcaires, avec *Bryum Donianum* et *Eurhynchium circinatum*, 2/5, n° 3549.

Élide : forêt de Manoladha, sur un ancien foyer, avec *Funaria hygrometrica*, 5/5, n° 3742.

B. cæspitosa Schw. = *Tortula Northiana* Grev.

Iles Ioniennes (Greville).

B. tortuosa W. et M.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3612.

B. squarrosa Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, 100 à 400 mètres : 1° avec *Leptotrichum flexicaule* et *Trichostomum crispulum* ; 2° avec *Hypnum cupressiforme* ; 3° avec *Barbula unguiculata* et *Barb. cylindrica* ; 4° avec *Cheilothela chloropoda*, 19/4, n° 3615.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3559.

Messénie : Nisi, sur un talus, sables néogènes, avec *Scleropodium illecebrum*, *Bryum Donianum*, *Bartramia stricta*, *Targionia hypophylla* et *Lunularia cruciata*, 26/4, n° 3668.

B. subulata P. B.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé : 1° var. *integrifolia* Boul. avec *Weisia viridula*, 19/4, n° 3600 ; 2° var. *dentata* Boul. (Voir *Radula complanata*), n° 3655, fertiles.

B. inermis Bruch.

Thessalie : Kalabaka, sol sablonneux dans les maquis et bois de *Quercus*, 19/4, n°s 3601 et 3636, fertiles.

OBSERVATIONS. — Cette plante, tout en étant proche parente du *B. subulata* P. B., constitue cependant une espèce très distincte. Diverses variétés du *B. subulata* paraissent s'en rapprocher, mais elle en diffère toujours nettement par le tissu de ses feuilles, richement papilleux sur les deux faces, sauf à la base, par une bordure fortement révolutée et ne formant pas de marge jaunâtre à cellules plus longues. Certains échantillons montrent cependant une sorte de marge jaunâtre translucide, et je me proposais de les distinguer sous le nom de var. *limbata*, lorsqu'un examen plus attentif m'a fait reconnaître la cause de cet aspect tout accidentel. Il ne sera pas inutile, peut-être, de la signaler ici.

Les cellules foliaires du *B. inermis* sont, dans la moitié supérieure, tellement chargées de papilles, qu'on voit difficilement leur contour. Par contre, les cellules marginales, principalement dans la portion révoluée, sont beaucoup moins papilleuses ; leur paroi est plus épaisse et leurs contours apparaissent bien visibles, avec une teinte jaunâtre ; leur forme est plus nettement rectangulaire avec allongement généralement transversal.

Or, selon les circonstances qui ont accompagné la récolte, les cellules retiennent parfois, entre leurs innombrables papilles, des bulles d'air extrêmement fines qui contribuent à rendre le tissu gris et opaque, tandis que les cellules marginales, dépourvues de ces bulles d'air, forment une bande translucide et jaune très nette. En chassant soigneusement ces bulles d'air, par exemple par l'ébullition, la marge disparaît.

**B. lævipila* Brid.

Élide : forêt de Manoladha, base des arbres, avec *Barbula Brebissonii* et *Eurhynchium circinatum*, 5/5, n° 3748, fertile.

**B. pagorum* Milde.

Thessalie : Trikkala, sur des platanes, avec *Leucodon sciuroides*, *Orthotrichum diaphanum* et *Orth. Schimperii*, 18/4, n° 3513.

B. ruraliformis Besch.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3646.

B. intermedia Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3637.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3553, fertile.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Dilymodon luridus* ; 2° (Voir *Barbula membranifolia*), 4/5, n° 3503, fertile.

**Var. calva* Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3639.

**B. Brebissonii* Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, 100 à 400 mètres, sur conglomérat arénacé, avec *Eurhynchium circinatum* et *Barbula cylindrica*, 19/4, n° 3623.

Élide : forêt de Manoladha, avec *Eurhynchium circinatum* et *Barbula lævipila*, 5/5, n° 3746.

Cinclidotus P. B.

**C. riparius* Arnott.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires humides, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3582, fertile.

Grimmia Ehr.

G. apocarpa Hedw.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3642, fertile.

G. commutata Hübner.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, avec *Hedwigia ciliata* et *Orthotrichum rupestre*, 19/4, n° 3620, fertile.

G. pulvinata Sm.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3641, fertile.

Attique : M^r Hymette, rochers calcaires dans la gorge dite Kakorevma, 30/4, n° 3512, fertile. — Sur un mur, près de Daphni, 22/4, n° 3693, fertile. — M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3590, fertile.

Var. *obtusa* Br. E., idem, 4/5, n° 3518, fertile.

Attique : Khasia, rochers calcaires, avec *Barbula gracilis*, 2/5, n° 3556, fertile.

G. trichophylla Grev.

Thessalie : Kalabaka, sur conglomérat arénacé, 19/4, nos 3770-3772.

**G. Lisæ* de Not.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3619, fertile.

G. Hartmani Schpr.

Thessalie : Kalabaka, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3773, forme sans propagules (*teste* Dismier).

Hedwigia Ehr.

**H. ciliata* Ehr.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, avec *Grimmia commutata* et *Orthotrichum rupestre*, 100 à 400 mètres, 19/4, n° 3611, fertile.

Orthotrichum Hedw.*O. rupestre* Schleich.Thessalie : Kalabaka (Voir *Hedwigia*), 19/4, n° 3643, fertile.*O. cupulatum* Hoffm.Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3621, fertile.*O. saxatile* Brid.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 4/5, n° 3690, fertile.

**O. Schimperi* Hamm.Thessalie : Trikkala, sur des platanes, avec *Orth. diaphanum*, *Barbula pagorum* et *Leucodon sciuroides*, 18/4, n° 3720, fertile.*O. diaphanum* Schrad.Thessalie : Trikkala (Voir *Orth. Schimperi*), 18/4, n° 3710, fertile.

Thessalie : Kalabaka, sur des platanes, 19/4, n° 3521, fertile.

Encalypta Schreb.*E. vulgaris* Hedw.Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Bartramia stricta*, *Scleropodium illecebrum* et *Polytrichum juniperinum*; 2° avec *Fissidens decipiens* et *Pterogonium ornithopodioides*; 3° (Voir *Radula complanata*); 4° (Voir *Trichostomum crispulum*) 19/4, nos 3607 et 3632, fertiles.Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3583, fertile.*E. streptocarpa* Hedw.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3635.

Entosthodon Schw.**E. curvisetus* C. M.Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston (Voir *Lunularia*) 4/5, n° 3572, fertile.**E. fascicularis* Schpr.Attique : M^e Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Funaria calcarea* et *Fissidens pusillus*, 4/5, fertile.**Funaria Schreb.***F. Calcarea* Wahl = *F. hibernica* Hook et Tayl.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, avec *Bryum Donianum* et *Reboulia hemisphærica*, 19/4, n° 3652, fertile.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Entosthodon fascicularis* et *Fissidens pusillus*; 2° (Voir *Lunularia*), 4/5, n° 3571, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

F. Maireana (A. COPPEY, *Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce*, 1907).

Cette espèce n'est pas comprise dans les nouvelles récoltes de René MAIRE. Par contre, je l'ai reçue de plusieurs points des environs d'Alexandrie (Égypte), où elle croît, comme en Grèce, sur des rochers ou murs calcaires humides; l'un de ces échantillons était mélangé à *Trichostomum tophaceum*, l'autre à une algue filamenteuse verte.

Il est probable qu'on la trouvera en d'autres points de la région méditerranéenne. Elle a été négligée, sans doute, parce qu'on examine rarement une plante ressemblant beaucoup à *Funaria hygrometrica*, trop facile à reconnaître à l'œil nu. Les feuilles, à caractères assez insignifiants dans ce groupe de Mousses, ressemblent un peu, il est vrai, à celles du *F. calvescens* Schw.; mais en examinant des échantillons de cette dernière, provenant de la région méditerranéenne, du Cap, de la Nouvelle-Hollande, de la Nouvelle-Calédonie, j'ai pu m'assurer que ses spores ont toujours un diamètre moyen de 15 μ , tandis que ce diamètre atteint 24-25 μ chez *F. Maireana*.

Je répète que *F. Maireana* se rapproche, par ses spores, de *F. microstoma* Br. E.; elle s'en rapproche également par la petitesse de son opercule ayant environ 0^{mm}6 de diamètre, alors que celui de *F. hygrometrica* a 0^{mm}8 à 0^{mm}9.

F. hygrometrica Hedw.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3561.

Attique : M^r Oza (Parnès), murs humides, avec *Barbula Vahliaea*, 4/5, n° 3511, fertile.

Élide : forêt de Manoladha, sur un ancien foyer, avec *Barbula convoluta*, 5/5, n° 3741, fertile.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3546, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

Mielichhoferia Hornsch.**Subgen. nov. Haplodontiopsis** Card.

« *Flores fructusque in ramis lateralibus brevibus terminales. Peristomium duplex. Folia concava, laxè reticulata.*

« Ce sous-genre nouveau se rapproche du sous-genre *Mielichhoferiopsis* Broth., par le péristome double, mais en diffère par la position des fleurs, terminales à l'extrémité des rameaux, et par les feuilles concaves, d'un tissu lâche et rappelant celles des *Haplodontium*. »

***M. COPPEY** Card. sp. nova.

« *Caulis erectus, circa 1 centim. altus, folia rigidula, madida erecto-potentia, sicca imbricata, concava, ovato-lanceolata, acuta, integra vel summo apice denticulis perpaucis, obsoletis instructa, marginibus planis; costa tenui, superne attenuata, rubella vel rufescente, procul ab apice evanida; rete laxissimo, tenero, cellulis magnis, pallide rufescentibus, inanibus, parietibus angustis, coloratis, elongate rhomboidalibus, marginalibus angustioribus, linearibus, 1-2 seriatis, inferioribus brevioribus subrectangularis.*

« *Inflorescentia ut videtur dioica : plantæ masculæ fæmineis arcte intermixtæ. Archegonia numerosa. Folia perichætialia triangulari-lanceolata, intima minora.*

« *Capsula in pedicello flexuoso, curvato, circa 10 millim. longo, suberecta, inclinata vel subpendula, symmetrica, pyriformis, collo longo attenuato, sporangium subæquante instructa, operculo conico acuto. Annulus latus, fugacissimus. Peristomium duplex : exostomii dentes sat irregulariter conformati, truncati, linea divisurali distincta, articulis dorsalibus transverse vel oblique subtiliter striatuli, intus lamellis angustis præditi; endostomii membrana brevis, processus angusti, dentibus æquilongi, leves, in linea divisurali perforati, nonnunquam superne appendiculati.*

« *Sporæ virides, diam. 24-27 μ , tenuiter granulosæ* (1). »

Hab. : Sol sablonneux calcaire dans la forêt de Manoladha (Grèce-Élide), mêlée à *Lophozia turbinata* et *Gymnostomum calcareum* (leg. R. Maire).

(1) J. CARDOT, in litt.

OBSERVATIONS. — Cette plante intéressante forme des *touffes* très compactes dans lesquelles les pieds ♂ (Pl. II, phot. *p* et *q*) et les pieds ♀ (Pl. I, fig. *e* et Pl. II, phot. *o* et *r*) sont étroitement enchevêtrés par des racines abondantes, brunes, très ramifiées, couvertes de verrues (Pl. I, fig. *f*).

La *tige* principale porte deux sortes de *rameaux* : les uns sont des rameaux sexués, ♂ ou ♀ courts, de 2 à 3 millimètres, ordinairement groupés par 2 à 6; les autres sont stériles, allongés, de 3 à 5 millimètres généralement isolés et s'élevant au-dessus des touffes où ils produisent une coloration plus ou moins verte sur le fond rouge brun de la plante (Pl. I, fig. *e* et Pl. II, phot. *o*, *p*, *q*, *r*).

Les *feuilles* sont assez variées d'aspect, mais très uniformes par leur tissu, et à bord toujours plan. Sur la tige principale les feuilles inférieures n'ont guère qu'un demi millimètre, sont ovales, triangulaires, peu concaves; la nervure, très mince (Pl. I, fig. *h* et *i*), s'arrête vers le milieu ou avant, ou s'avance au contraire jusqu'au sommet (Pl. II, phot. *e*).

Les feuilles supérieures sont ovales lancéolées et atteignent 2 millimètres à 2^{mm}5 sur 0^{mm}6 à 0^{mm}7. Plus ou moins concaves, elles ont leur sommet canaliculé et légèrement tordu (Pl. II, phot. *f* et *g*); la nervure atteint ou dépasse très légèrement ce sommet.

Les feuilles des rameaux sexués présentent des caractères analogues, mais sont plus imbriquées, plus denses et diminuent de dimensions au voisinage des organes ♂ ou ♀. Les feuilles périchétiales deviennent de plus en plus petites et triangulaires (Pl. II, phot. *h* et *i*); les feuilles périgoniales deviennent, au contraire, largement ovales, arrondies, très concaves, brusquement rétrécies en une pointe triangulaire (Pl. I, fig. *h* et *i*).

Les rameaux stériles ont des feuilles ovales lancéolées, fortement concaves et ne pouvant pas s'étaler sous le couvre-objet (Pl. II, phot. *l*, *m* et *n*). La nervure atteint le sommet, en général, ou le dépasse légèrement.

Le *tissu foliaire* est toujours très délicat, à parois très minces et colorées en brun rouge, sauf dans les rameaux stériles restés verts. Les cellules, hexagonales allongées, sont très variables en longueur et atteignent 100 à 300 μ sur 20 à 30 μ de largeur. Les cellules basilaires sont plus larges et plus courtes sur

quelques rangées et passent plus ou moins à la forme rectangulaire. Enfin, dans la plupart des feuilles, il existe un ou deux rangs de cellules très étroites et très longues, qui ne forment pas d'ailleurs une marge distincte et passent progressivement aux cellules ordinaires (Pl. I. fig. *m*.)

La plante m'a paru dioïque, ainsi qu'à M. CARDOT, mais le mélange des pieds ♂ et ♀ est tellement étroit qu'il n'est pas impossible qu'elle soit en réalité monoïque; il faudrait, pour le savoir exactement, pouvoir suivre son développement, ou l'observer à un stade beaucoup plus jeune.

Les *rameaux* ♂ portent de 10 à 20 anthéridies entremêlées de paraphyses nombreuses et filiformes (Pl. II, phot. *d*).

Les *rameaux* ♀, variés d'aspect et de dimensions, le sont beaucoup plus quant au nombre des archégones; il peut n'en exister qu'une vingtaine, mais, en général, il y en a plus de 50; j'en ai même compté plus de 70 (Pl. II, phot. *c*, partie d'inflorescence ♀); les paraphyses sont également abondantes. J'ai observé une archégone ayant subi un commencement de développement et quadruplé ses dimensions primitives, sans réussir à trouver un embryon à l'intérieur.

Malgré cette abondance d'organes sexuels, les *capsules* sont relativement peu nombreuses, contrairement à ce qui arrive, par exemple, chez les *Bryum*. Le *pédicelle* est très irrégulièrement incurvé, presque dressé parfois; la capsule arrive rarement à dépasser l'horizontale et n'est jamais pendante; à sec, ce pédicelle est tordu à droite.

La capsule elle-même, brun-rougeâtre, comprend un sporange lisse de 1^{mm}5 à 2 millimètres de long, sur 1 millimètre de diamètre et un col à peu près aussi long que le sporange (Pl. II, phot. *j* et *k*). A la base du sporange existent de nombreux stomates émergés, formés de 2 ou de 4 cellules (Pl. I, fig. *n* et *o*). Je n'ai pu voir de coiffe; par contre, une capsule accidentellement perforée avant sa maturité m'a permis d'observer l'opercule conique aigu (Pl. I, fig. *g*) et l'anneau, large, de deux rangs de cellules, se détachant très facilement à la chute de l'opercule.

Péristome double, jaunâtre. Les dents du péristome externe sont très finement striolées en dehors. Les stries, longitudinales au sommet, deviennent transversales à la base et, dans la région médiane, sont très irrégulièrement obliques et présentent

fréquemment un dessin comparable à celui qu'on observe à la face interne du pouce humain (Pl. I, fig. *j* et *q*). Les lamelles de la face interne sont presque toujours indépendantes et présentent très rarement des anastomoses (Pl. I, fig. *p*). La membrane du péristome interne atteint à peine le $\frac{1}{5}$ de la longueur totale. Les lanières, égales aux dents, sont lisses, étroites dans toute leur longueur, noduleuses, perforées d'une série de fentes allongées sur leur ligne médiane. Les cils manquent totalement.

A sec, les dents externes sont complètement incurvées en dedans, contre la paroi du sporange, et laissent ainsi l'ouverture béante. Les lanières, au contraire, viennent se rejoindre au centre de l'orifice.

Les spores sont finement granuleuses, d'un beau vert; leur diamètre varie de 24 à 27 μ . J'en ai observé de plus grosses, atteignant 40 μ , mais cette taille exceptionnelle était occasionnée vraisemblablement par un commencement de germination dans la capsule même; quelques-unes de ces grosses spores présentaient en effet un rudiment de protonéma.

Webera Hedw.

W. nutans Hedw. = *Bryum nutans* Schreb.

Iles Ioniennes (Greville).

W. carnea Schpr. = *Bryum carneum* L.

Thessalie : Trikkala, champs d'alluvions, avec *Dicranella varia*, *Trichostomum tophaceum* et *Barbula convoluta*, 18/4, n° 3714.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, 25/4, n° 3681.

Iles Ioniennes (Greville).

* *W. Tozeri* Schpr.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Eurhynchium megapolitanum*, 5/5, n° 3759, fertile.

Bryum Dill.

B. Donianum Grev.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Funaria calcarea* et *Reboulia hemisphærica*; 2° (Voir *Radula*), 19/4, n° 3650, fertile.

Attique : Khasia, rochers calcaires, avec *Barbula convoluta* et *Eurhynchium circinatum*, 2/5, n° 3550.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Trichostomum nitidum* et *Fissidens pusillus*, 5/5, n° 3722, fertile.

Élide : Olympie (Voir *Lunularia*), 6/5, n° 3728, fertile.

Messénie : Nisi, talus, sur les sables néogènes (Voir *Targionia*), 26/4, n° 3667, fertile.

Kerkyra, rocailles calcaires à Gastouri, avec *Dicranella varia* et *Gymnostomum calcareum*.

Iles Ioniennes (Greville).

B. capillare L.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, avec : 1° *Eurhynchium circinatum* et *Barbula cylindrica*; 2° avec *Weisia viridula* et *Fissidens pusillus*, 19/4, n° 3617, fertile.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, avec *Lunularia cruciata* et *Eurhynchium circinatum*, 23/4, n° 3569, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

B. torquescens Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3616, fertile.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Barbula fallax* et *Barbula unguiculata*; 2° avec *Weisia viridula*; 3° avec *Barbula cylindrica* et *Didymodon luridus*, 4/5, n° 3587, fertile.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3756, fertile.

B. caespitium L.

Thessalie : Trikkala, sur les murs, 18/4, n° 3719.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé : 1° (Voir *Trichostomum crispulum*); 2° (Voir *Radula*), 19/4.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, avec *Bryum argenteum* et *Barbula intermedia*, 4/5, n° 3507, fertile.

Messénie : Kalamata, alluvions du Nédon, avec *Bryum argenteum*, 26/4, n° 3751.

Iles Ioniennes (Greville).

Var. *imbricatum* Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3599.

B. argenteum L.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3645.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Bryum atro-purpureum*; 2° avec *Bryum caespititum* et *Barbula intermedia*, 4/5, n° 3517.

Messénie : Kalamata, alluvions du Nédon, avec *Bryum caespititum*, 26/4, n° 3750.

Iles Ioniennes (Greville).

B. atro-purpureum Br. E.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston : 1° avec *Bryum argenteum*; 2° avec *Barbula muralis*, *Barb. revoluta* et *Didymodon luridus*, 4/5, n° 3586, fertile.

Messénie : Nisi, talus sablonneux, 26/4, n° 3758, fertile.

B. murale Wils.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston (Voir *Lunularia*), 4/5, n° 3573, fertile.

B. erythrocarpum Schw.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3568.

B. alpinum B. E., var. *viride* Husn.

Thessalie : Kalabaka, maquis, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3598.

B. gemmiparum de Not.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3591.

B. pseudotriquetrum Hedw.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 1/5, n° 3689, pieds ♂.

B. pallens Sw., var. *speciosum* Schpr. = *Bryum elegans* Grev.

Iles Ioniennes (Greville).

Mnium L.*M. undulatum* Hedw. = *Bryum ligulatum* Schreb.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3631.

Iles Ioniennes (Greville).

Bartramia Hedw.*B. stricta* Brid.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, en montant à Agios Stephanos : 1° (Voir *Trichostomum crispulum*); 2° avec *Scleropodium illecebrum*, *Polytrichum juniperinum* et *Encalypta vulgaris*, 19/4, n° 3604, fertile.

Messénie : Nisi, talus sablonneux : 1° avec *Scleropodium illecebrum*; 2° avec *Targionia hypophylla* et *Scleropodium*; 3° (Voir *Targionia*), 26/4, n° 3663, fertile.

B. pomiformis Hedw.

Iles Ioniennes (Greville).

Philonotis Brid.

**P. capillaris* Lindb.

Thessalie : Kalabaka, rocailles suintantes de conglomérat arénacé, avec *Barbula inermis*, 19/4, n° 3640.

Messénie : Kalamata, ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, 25/4, n° 3675.

P. fontana (L.) Brid.

Thessalie : Kalabaka, rocailles suintantes, sur conglomérat arénacé, petite forme, 19/4, n° 3771 (teste *Dismier*).

P. calcarea Schpr.

Attique : M^e Oza (Parnès), dans une source au-dessus de Menidhi (leg. V. Toundas), n° 3522, pieds ♂.

Pogonatum P. B.

P. aloides P. B., var. *Dicksoni* H. et E.

Messénie : Nisi, talus sablonneux, avec *Scleropodium illecebrum* et *Anthoceros levis*, 26/4, n° 3661, fertile.

Polytrichum L.

P. juniperinum Hedw.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé : 1° seul; 2° avec *Scleropodium illecebrum*, *Bartramia stricta* et *Encalypta vulgaris*, 19/4, n° 3597, plante ♂.

Fontinalis Dill.

F. squamosa L.

Iles Ioniennes (Greville).

OBSERVATIONS : Il n'est pas très certain que cette plante ait été recueillie par *Greville*; peut-être s'agit-il d'une espèce voisine, à feuilles non carénées. Jamais *F. squamosa* n'a été recueilli,

depuis, en Grèce où existent, par contre, les *F. Heldreichii* et *F. Duriei*.

F. Duriei Schpr.

Élide : ruisselets dans la forêt de Manoladha, 5/5, n° 3678.

OBSERVATIONS. — L'échantillon représente une forme très vigoureuse dont les feuilles caulinaires ont 6 à 7 millimètres de long sur 3 à 4 de largeur et les feuilles raméales moyennes 6 à 7 millimètres sur 2 millimètres. Ces feuilles possèdent un tissu délicat, sont plus ou moins concaves et parfois légèrement carénées à leur insertion.

Je pensais devoir rattacher cette plante à *F. Duriei* f. *latifolia* Card.; mais M. Jules CARDOT, à qui je l'ai soumise, me dit qu'elle se rapproche davantage de certaines formes algériennes, ainsi que du *F. abyssinica* Schpr., qui n'est lui-même, ajoute-t-il, qu'une simple forme du *F. Duriei*.

Leptodon Mohr.

L. Smithii Mohr. $\equiv$ *Pterogonium Smithii* Sw.

Iles Ioniennes (Greville).

Leucodon Schw.

L. sciuroides Schw.

Thessalie : Trikkala, sur platanes, 100 mètres, 18/4, n° 3711.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, 19/4, n° 3630, fertile.

Var. *Morensis* Br. E. $\equiv$ *L. Morensis* Schwægr.

Thessalie : Volo, troncs d'*Olea*, 21/4, n° 3150, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

Pterogonium Swartz.

P. ornithopodioides Lindb. $\equiv$ *P. gracile* Sw.

Thessalie : Kalabaka, bois de *Quercus conferta*, sur conglomérat arénacé : 1° seul; 2° avec *Barbula cylindrica*; 3° avec *Ecalypta vulgaris*, *Barbula inermis*, *Fissidens decipiens*, 19/4, n° 3609.

Iles Ioniennes (Greville).

Antitrichia Brid.

A. californica Sull. et Lesq.

Thessalie : Kalabaka, bois de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, 200 à 500 mètres, 19/4, n° 3610, plante ♂ (Gl.

A. COPPEY, *Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce*, p. 45).

Homalothecium Br. E.

Théssalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3608, fertile.

Attique : M^e Hymette, gorge dite Kakorevma, sur calcaire, 300 à 400 mètres, 30/4, n° 3703.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3552.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 300 à 500 mètres, 1/5, n° 3516, fertile.

Camptothecium Br. E.

C. aureum Br. E.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3613.

Brachythecium Br. E.

B. rutabulum Br. E. = *Hypnum rutabulum* L.

Théssalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé, 300 à 400 mètres, 19/4, n° 3502.

Iles Ioniennes (Greville).

B. velutinum Br. E.

Théssalie : Kalabaka, sur conglomérat arénacé, 19/4, n° 3776.

Scleropodium Br. E.

S. illecebrum Br. E. = *Hypnum illecebrum* Hedw.

Théssalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 300 à 400 mètres, 19/4, n° 3618.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3752.

Messénie : Kalamata, 25/4, n° 3602, fertile.

Nisi, talus, sur les sables néogènes : 1° avec *Bartramia stricta*; 2° avec *Pogonatum aloides* et *Anthoceros lævis*; 3° avec *Grimaldia dichotoma*; 4° avec *Targionia hypophylla* et *Bartramia stricta*; 5° (Voir *Targionia*), 26/4, n° 3506.

Kerkyra, rocailles calcaires à Gastouri, 100 mètres, 8/5, n° 3732.

Eurhynchium Br. E.

E. circinatum Br. E. = *Hypnum Leskea* Grev.

Théssalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus* en montant

à Agios Stephanos, sur conglomérat arénacé : 1° avec *Barbula Brebissonii* et *Barbula cylindrica*; 2° (Voir *Lunularia cruciata*), 19/4, n° 3624.

Attique : Khasia, rochers calcaires, avec *Barbula convoluta* et *Bryum Donianum*, 2/5, n° 3551.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3509.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, avec *Barbula Brebissonii* et *Barbula levipila*, 5/5, n° 3747. — Olympe, sur marnes (Voir *Lunularia cruciata*), 6/5, n° 3731.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3547 et ravin dit Kalamitsi, sur marnes néogènes, 25/4, n° 3510. — Nisi, talus, sur les sables néogènes, 26/4, n° 3671.

Kerkyra : rocailles calcaires à Gastouri, 100 mètres, 8/5, n° 3733.

Iles Ioniennes (Greville), fertile.

E. crassinervium Br. E.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêts de *Quercus*, sur conglomérat arénacé, 300-400 mètres, 19/4, n° 3596, plante ♂.

E. praelongum Br. E. = *Hypnum praelongum* L.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3657.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3566.

Iles Ioniennes (Greville).

**E. curvisetum* Husn.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3578.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, avec *Fissidens incurvus*, 23/4, n° 3564, fertile.

E. tenellum Milde, var. *meridionale* Boul. (*Muscinées de l'Est*, p. 205). = *Hypnum tenellum* Dicks.

Messénie : Kalamata, murs au bord du Nédon, 23/4, n° 3545, fertile.

Kerkyra, rocailles calcaires à Gastouri, avec *Trichostomum Barbula* et *Trich. flavovirens*, 8/5, n° 3736, fertile.

Iles Ioniennes (Greville).

E. megapolitanum Milde.

Thessalie : Kalabaka, maquis et bois de *Quercus*, en montant à Agios Stephanos (Voir *Lunularia cruciata*), 19/4, n° 3626, fertile.

Thessalie : Volo, base des troncs d'*Olea*, 21/4, n° 3779.

Élide : forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3768.

Messénie : Nisi, talus, sur les sables néogènes, avec *Lunularia cruciata*, 26/4, n° 3669, fertile.

Var. *meridionale*, Schpr.

Messénie : Nisi (Voir ci-dessus), n° 3767, fertile.

E. confertum Mde. = *Hypnum confertum* Dicks.

**E. murale* Mde.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus*, avec *Barbula inermis*, 19/4, n° 3602.

E. rusciforme Milde.

Attique : M^r Oza (Parnès), rochers calcaires humides, près du monastère Panagia-Kliston, 4/5, n° 3698.

Attique : Khasia, rochers calcaires humides, avec *Amblystegium filicinum*, 2/5, n° 3555.

Attique : Tatoï, forêt de *Pinus halepensis*, sur calcaire, 300 à 500 mètres, 1/5, n° 3695.

Amblystegium Br. E.

A. serpens Br. E.

Thessalie : Kalabaka, sur conglomérat arénacé, 18/4, n° 3774.

Élide : forêt de Manoladha, 5/5, n° 3775.

OBSERVATIONS. — Formes stériles, douteuses. La nervure est plus forte, le tissu plus serré que dans les échantillons bien caractérisés de *A. serpens* (Vidit Dismier).

A. filicinum de Not.

Attique : Tatoï, ruisseaux sur calcaires dans une forêt de *Pinus halepensis*, 1/5, n° 3696.

Attique : Khasia, rochers calcaires humides, avec *Eurhynchium rusciforme*, 2/5, n° 3554.

A. riparium B. E. = *Hypnum riparium* L.

Iles Ioniennes (Greville).

Hypnum L.

H. aduncum Hedw., var. *intermedium* Br. E.

Élide : ruisselets dans la forêt de Manoladha, sur alluvions sablonneuses, 5/5, n° 3762.

H. cupressiforme L.

Thessalie : Kalabaka, maquis et forêt de *Quercus*, sur conglo-

mérat arénacé, 100 à 400 mètres : 1° avec *Dicranum scoparium* ; 2° avec *Barbula squarrosa*, 19/4, n° 3594.

Thessalie : Volo, troncs d'Oléa, 21/4, n° 3778.

Attique : Khasia, rochers calcaires, 2/5, n° 3558.

Iles Ioniennes (Greville).

IV. Aperçu complémentaire sur la répartition géographique des Muscinées de la Grèce

Dans le premier fascicule consacré aux Muscinées de la Grèce, j'avais divisé ce pays en deux provinces bryologiques : 1° une province méditerranéenne comprenant toutes les îles, la Morée, l'Attique, l'Acarmanie, et en général tout le littoral (Voir la carte); 2° une province montagnaise septentrionale, englobant les chaînes du Pinde, les massifs du Ghiona, de l'Œta, du Parnasse, ainsi que ceux du Ziria et Khelmos en Morée et de l'Ossa-Pélion en Thessalie.

Il est utile de revenir, en quelques mots, sur chacune de ces subdivisions. Mais je puis dire, dès l'abord, que les nouvelles récoltes de M. MAIRE ne permettent pas de les modifier. Ces récoltes apportent, au contraire, une nouvelle justification de ces divisions et complètent leurs caractères.

1° Province méditerranéenne. — Cette province a été divisée en : α) étage méditerranéen inférieur, jusque vers 1200 mètres, et β) étage méditerranéen supérieur, au-dessus de 1200 mètres. Il n'y a rien à ajouter à ce qui a été dit de ce dernier. Par contre, à la suite des espèces les plus caractéristiques de l'étage inférieur, il y a lieu d'inscrire les suivantes :

Grimaldia fragans (Élide).

Mesophylla stillicidiorum (Attique, Élide, Messénie).

Gyroweisia reflexa (Élide).

Cheilothela chloropoda (Attique, Kerkyra).

Desmatodon nervosus (Attique).

Trichostomum viridulum (Messénie).

Barbula Vahliana (Attique).

Entosthodon curvisetus (Attique).

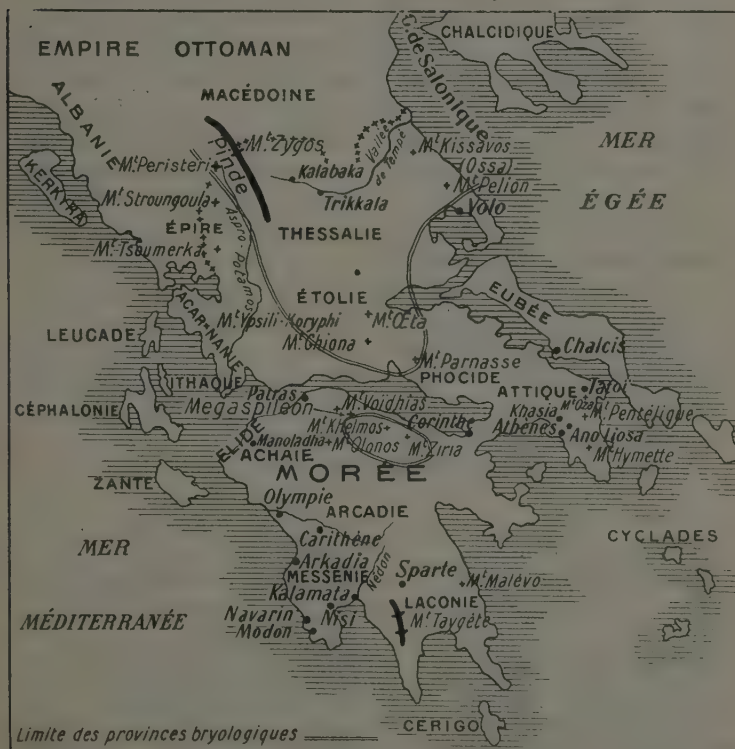
Webera Tozeri (Élide).

Bryum Donianum (Attique, Élide, Messénie, Kerkyra).

Eurhynchium curvisetum (Attique, Messénie).

Eurhynchium tenellum (Messénie, Kerkyra).

Les autres espèces caractéristiques ont été recueillies dans des localités nouvelles, très diverses. En somme, tout fait supposer que cet étage inférieur de la *Province méditerranéenne* présente des caractères fort uniformes et qu'on y retrouvera, dans tous



les lieux non encore explorés, la plupart des espèces signalées. Ces caractères sont identiques à ceux que l'on a observés sur tout le littoral méditerranéen occidental, notamment en France. Les espèces y sont les mêmes; le tapis muscinal n'existe pas; par contre, il y a une grande variété d'espèces annuelles, à

développement rapide, qui se mélangent intimement les unes aux autres dans les stations favorables. On trouvera un relevé complet de ces mélanges dans le catalogue qui précède.

2° *Province montagnieuse septentrionale*. — Au moment de la rédaction du précédent mémoire, dans lequel j'établissais l'existence de cette *Province* bryologique, les documents me manquaient relativement aux basses altitudes. Tout en la subdivisant en : 1° *étage sylvatique*, jusque vers 1800 mètres, et, 2° *étage subalpin*, au-dessus de 1800 mètres, j'avais soin d'ajouter : « Au point de vue bryologique, existe-t-il, au-dessous de 1000 mètres, un étage méditerranéen, comme l'établit René MAIRE⁽¹⁾ pour les Phanérogames? Je l'ignore, car on pourra remarquer l'absence complète de données pour les altitudes inférieures à 1000 mètres dans la province montagnieuse septentrionale. Il y a là un problème qui reste entièrement à élucider, principalement *pour la portion de la Thessalie* comprise entre les massifs de l'Ossa-Pélion, des monts Othrys et du Pinde⁽²⁾. »

Or les dernières récoltes de M. MAIRE ont été faites en partie dans cette région, à Trikkala et surtout à Kalabaka, sur des conglomérats arénacés à ciment calcaire dont l'altitude est comprise entre 100 et 400 mètres. Le nombre des espèces recueillies est assez élevé pour nous donner une idée exacte de la florule muscinale de cette partie de la Grèce.

Voici la liste complète des espèces de Kalabaka :

<i>Frullania dilatata</i>	<i>Leptotrichum flexicaule</i>
<i>Radula complanata</i>	<i>Ceratodon purpureus</i>
<i>Reboulia hemisphærica</i>	<i>Cheilothela chloropoda</i>
<i>Lunularia cruciata</i>	<i>Phascum cuspidatum</i>
<i>Targionia hypophylla</i>	<i>Pottia Wilsoni</i>
<i>Gymnostomum calcareum</i>	<i>Trichostomum tophaceum</i>
<i>Weisia viridula</i>	<i>Trichostomum crispulum</i>
<i>Eucladium verticillatum</i>	<i>Barbula unguiculata</i>
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Barbula vinealis</i>
<i>Fissidens pusillus</i>	<i>Barbula cylindrica</i>
<i>Fissidens decipiens</i>	<i>Barbula tortuosa</i>

(1) René MAIRE et PETITMENGIN : *Matériaux pour servir, ... etc.* Deuxième fascicule : *Étude des plantes vasculaires récoltées en Grèce en 1904*, p. 4.

(2) A. COPPEY, *loc cit.* p. 66 du tirage à part.

<i>Barbula squarrosa</i>	<i>Bryum torquescens</i>
<i>Barbula subulata</i>	<i>Bryum caespitium</i>
<i>Barbula inermis</i>	<i>Bryum alpinum</i>
<i>Barbula ruraliformis</i>	<i>Bryum argenteum</i>
<i>Barbula intermedia</i>	<i>Mnium undulatum</i>
<i>Barbula calva</i>	<i>Bartramia stricta</i>
<i>Barbula Brebissonii</i>	<i>Philonotis capillaris</i>
<i>Grimmia apocarpa</i>	<i>Philonotis fontana</i>
<i>Grimmia pulvinata</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i>
<i>Grimmia commutata</i>	<i>Antitrichia californica</i>
<i>Grimmia trichophylla</i>	<i>Leucodon sciuroides</i>
<i>Grimmia Lisæ</i>	<i>Pterogonium ornithopodioides</i>
<i>Grimmia Hartmani</i>	<i>Homalothecium sericeum</i>
<i>Hedwigia ciliata</i>	<i>Brachythecium rutabulum</i>
<i>Orthotrichum cupulatum</i>	<i>Brachythecium velutinum</i>
<i>Orthotrichum rupestre</i>	<i>Scleropodium illecebrum</i>
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	<i>Eurhynchium crassinervium</i>
<i>Encalypta vulgaris</i>	<i>Eurhynchium murale</i>
<i>Encalypta streptocarpa</i>	<i>Eurhynchium circinatum</i>
<i>Funaria calcarea</i>	<i>Eurhynchium megapolitanum</i>
<i>Bryum Donianum</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i>
<i>Bryum capillare</i>	

En ajoutant les espèces suivantes, recueillies à Trikkala, à l'altitude de 100 mètres :

<i>Dicranella varia</i>	<i>Barbula pagorum</i>
<i>Barbula muralis</i>	<i>Orthotrichum Schimperi</i>
<i>Barbula convoluta</i>	<i>Webera carnea</i> ,

on obtient un total de plus de 70 Muscinées, qui représentent certainement la plus grosse part de la florule bryologique du pays, et qui suffisent, en tout cas, pour caractériser cette dernière. En comparant cette liste avec celle qui a été donnée dans le premier mémoire comme caractéristique de l'étage sylvatique, on peut voir qu'elles n'ont rien de commun. Il existe donc bien un étage inférieur que j'appellerais *étage planitien*, si je ne craignais de créer un mot nouveau à propos de documents d'une importance trop minime; je le nommerai donc simplement *étage inférieur*.

La *Province montagneuse septentrionale* doit donc être subdivisée en trois étages :

- 1° *Étage inférieur*, jusque vers 1 000 mètres;
- 2° *Étage sylvatique*, jusque vers 1 800 mètres;
- 3° *Étage subalpin*, au-dessus de 1 800 mètres.

J'évite, pour l'étage inférieur, le nom d'étage méditerranéen pour deux raisons.

La première c'est que ce mot m'a servi déjà à désigner une province, ainsi que ses étages; or, il n'y a pas similitude de flore entre les régions inférieures des deux provinces; une simple comparaison des listes établies le montrera.

La deuxième, c'est qu'il serait au moins aussi juste de l'appeler étage océanique ou étage marin, les deux expressions exprimant simplement que le climat présente la douceur de celui des rivages marins des pays tempérés. Dans la liste précédente existent quelques espèces plutôt sylvatiques, par exemple :

<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Hedwigia ciliata</i>
<i>Leptotrichum flexicaule</i>	<i>Orthotrichum rupestre</i>
<i>Barbula tortuosa</i>	<i>Encalypta streptocarpa</i>
<i>Grimmia commutata</i>	<i>Mnium undulatum</i>
<i>Grimmia trichophylla</i>	<i>Philonotis fontana</i>
<i>Grimmia Hartmani</i>	<i>Polytrichum juniperinum, etc.</i>

Les autres se rencontrent sur le littoral méditerranéen, c'est vrai, mais, en France par exemple, elles s'avancent fort loin, tout le long de l'Océan et même de la Manche d'une part, dans le bassin rhodanien d'autre part.

Il ne serait donc pas juste d'appliquer sans restriction à ces plantes le qualificatif de méditerranéennes. Ce n'est pas la présence de telle ou telle espèce qui caractérise une région, c'est la prédominance d'un ensemble, ce que j'ai appelé ailleurs un *groupement d'espèces* ⁽¹⁾, en considérant avant tout dans ce groupement les *dominantes*.

Cette distinction entre les plaines thessaliennes et la partie basse de la Morée concorde bien avec celle qu'ont faite MM. MAIRE

(1) A. COPPEY, « Les Muscinées des environs de Nancy » (*Bull. de la Soc. des Sciences de Nancy*, 1908).

et PETITMENGIN d'après l'étude de la flore phanérogamique ⁽¹⁾ : « Il y a, disent-ils, dans la Grèce septentrionale, transformation presque complète de l'étage méditerranéen inférieur, où les éléments les plus caractéristiques du maquis (*Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, etc.) font défaut. Par contre, les forêts de *Quercus* à feuilles caduques jouent dans cet étage un rôle très considérable, ainsi que le maquis de *Quercus coccifera*, *Phyllirea media*, *Juniperus oxycedrus*. Les broussailles à feuilles caduques (Chibliak) prennent une importance considérable, surtout dans la plaine thessalienne, couverte, dans les endroits incultes, de *Paliurus aculeatus*. Les oliviers sont encore cultivés dans cet étage, mais on n'y voit plus guère d'Aurantiacées. Les associations rivicoles sont les mêmes que dans le Péloponèse, mais le *Nerium oleander* ne les orne plus de ses fleurs, et aux éléments septentrionaux cités tout à l'heure viennent s'ajouter : *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Humulus lupulus*, etc. »

Je n'ai pas un nombre de documents suffisant pour établir des subdivisions dans cet étage inférieur, mais MM. MAIRE et PETITMENGIN y distinguent un horizon méditerranéen supérieur (de 300 à 1 000 mètres en moyenne) dans lequel doivent rentrer une partie des Muscinées citées plus haut. Or, la flore phanérogamique y accentue ses caractères sylvatiques.

« Cet horizon, écrivent ces auteurs (*loc.cit.*, p. 12), est caractérisé par de grandes et belles forêts de *Quercus pubescens*, *cerris*, en terrain calcaire; des mêmes, avec en plus *Q. conferta* et *Q. sessiliflora*, en terrain siliceux. Ces forêts renferment comme essences subordonnées *Quercus coccifera*, var. *calliprinos*, *Q. Ilex*, *Acer monspessulanum*, *obtusatum*, *intermedium*, *campestre*, *platanoides*, *Carpinus duinensis*, *betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Corylus colurna*, *avellana*, *Cornus mas*, *Juniperus oxycedrus*, *Pirus communis*, *amygdaliformis*, *Prunus Mahaleb*, *Prunus pseudo-armeniaca*, *Sorbus aria*, *torminalis*, *Castanea vesca*, *Tilia vulgaris*, *Ilex aquifolium*, *Mespilus germanica*, ce qui les fait ressembler à certaines forêts de l'Europe moyenne, les quelques éléments à feuilles persistantes que comprend cette liste étant souvent fort clairsemés. »

(1) RENÉ MAIRE et M. PETITMENGIN, « Étude des plantes vasculaires récoltées en Grèce (1906) ». (*Bull. de la Soc. des Sciences de Nancy*, 1908.)

Il est regrettable qu'aucune Muscinée n'ait été recueillie dans la portion supérieure de cet « horizon », entre 400 et 1 000 mètres d'altitude.

Limites des provinces bryologiques.

Les nouvelles explorations de M. MAIRE ne nous ont rien appris de nouveau sur les montagnes de la Grèce. Par contre, ainsi qu'on a pu le voir plus haut, elle nous permettent de tracer les limites des provinces bryologiques d'une façon plus certaine que la première fois, sans cependant y apporter de modification.

Par la situation générale de la *Thessalie* j'avais supposé qu'elle devait être englobée dans la *province montagneuse septentrionale*. Cette prévision se trouve réalisée. La Thessalie a une flore muscinale distincte de celle de la Morée par exemple ou des îles Ioniennes. Sa situation de péninsule lui assure naturellement un climat marin très accentué; mais elle subit l'influence évidente de la ceinture de hautes montagnes qui l'encerclent presque de toutes parts, et il ne faudrait peut-être pas s'élever jusqu'à la limite de 1 000 mètres, indiquée dubitativement plus haut, pour trouver une flore nettement sylatique ⁽¹⁾.

Influence chimique du substratum.

Dans le premier mémoire sur les Muscinées de Grèce, je n'avais pas cru devoir faire ressortir l'influence du substratum sur la répartition de ces plantes, les renseignements me manquaient un peu à cet égard. Il m'est possible, cette fois, de faire quelques remarques à ce sujet grâce au soin avec lequel M. MAIRE a exploré un certain nombre de stations.

Les environs de Kalabaka, en Thessalie, où l'importante liste de Muscinées, relevée précédemment, a été recueillie, sont constitués par un terrain fort mélangé, sorte de conglomérat essentiellement siliceux, mais cimenté par un dépôt assez abondant de calcaire. Aussi la florule de Mousses y est-elle confuse et ne se prête-t-elle pas à l'étude des relations de ces plantes avec les éléments du sol. C'est ainsi que l'on trouve, voisinant dans cette liste :

(1) Mon ami MAIRE, à qui j'ai communiqué ce manuscrit, m'écrit : « Le climat thessalien, dans la plaine intérieure, est relativement continental. L'olivier manque en Thessalie. »

<i>Gymnostomum calcareum</i>	<i>Orthotrichum cupulatum</i>
<i>Eucladium verticillatum</i>	<i>Encalypta streptocarpa</i>
<i>Leptotrichum flexicaule</i>	<i>Funaria calcarea</i>
<i>Trichostomum tophaceum</i>	<i>Eurhynchium crassinervium</i>
<i>Barbula vinealis</i>	<i>Eurhynchium murale</i> , etc.,
<i>Barbula squarrosa</i>	

éléments essentiellement calcicoles, et :

<i>Grimmia commutata</i>	<i>Philonotis fontana</i>
<i>Grimmia trichophylla</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i>
<i>Grimmia Hartmani</i>	<i>Pterogonium ornithopodioides</i> ,
<i>Hedwigia ciliata</i>	etc.,
<i>Bartramia stricta</i>	

plutôt connus, au contraire, comme silicicoles.

Je puis donner comme type de *groupement purement calcicole* l'importante liste suivante de Muscinées recueillies sur les rochers et rocailles calcaires plus ou moins humides du mont Oza (Parnès), au voisinage du monastère Panagia-Kliston, en Attique; je rappelle qu'il s'agit d'une station de l'*Étage méditerranéen inférieur* de la Province méditerranéenne :

<i>Lophozia turbinata</i>	<i>Trichostomum Barbula</i>
<i>Mesophylla stillicidiorum</i>	<i>Desmatodon nervosus</i>
<i>Pellia Fabroniana</i>	<i>Barbula rigida</i>
<i>Reboulia hemisphærica</i>	<i>Barbula membranifolia</i>
<i>Lunularia cruciata</i>	<i>Barbula Vahlana</i>
<i>Targionia hypophylla</i>	<i>Barbula muralis</i>
<i>Gymnostomum calcareum</i>	<i>Barbula unguiculata</i>
<i>Weisia viridula</i>	<i>Barbula fallax</i>
<i>Fissidens incurvus</i>	<i>Barbula cylindrica</i>
<i>Fissidens pusillus</i>	<i>Barbula gracilis</i>
<i>Cheilothela chloropoda</i>	<i>Barbula revoluta</i>
<i>Acaulon muticum</i>	<i>Barbula intermedia</i>
<i>Pottia Wilsoni</i>	<i>Cinclidotus riparius</i>
<i>Pottia Starkeana</i>	<i>Grimmia pulvinata</i>
<i>Didymodon luridus</i>	<i>Encalypta vulgaris</i>
<i>Trichostomum crispulum</i>	<i>Entosthodon curvisetus</i>
<i>Trichostomum nitidum</i>	<i>Entosthodon fascicularis</i>

<i>Funaria calcarea</i>	<i>Bryum gemmiparum</i>
<i>Funaria hygrometrica</i> .	<i>Bryum argenteum</i>
<i>Bryum torquescens</i>	<i>Eurhynchium circinatum</i>
<i>Bryum caespitium</i>	<i>Eurhynchium curvisetum</i>
<i>Bryum atro-purpureum</i>	<i>Eurhynchium prælongum</i>
<i>Bryum murale</i>	<i>Eurhynchium rusciforme</i>

Enfin, je tiens à montrer combien il est nécessaire que le botaniste herborisant examine avec soin le terrain sur lequel il opère et en indique la nature avec précision. Voici une liste, assez longue encore, de Muscinées recueillies à Manoladha, en Élide, sur des alluvions sablonneuses :

<i>Lophozia turbinata</i>	<i>Trichostomum tophaceum</i>
<i>Mesophylla stillicidiorum</i>	<i>Barbula fallax</i>
<i>Pellia Fabroniana</i>	<i>Barbula convoluta</i>
<i>Grimaldia fragrans</i>	<i>Barbula lævipila</i>
<i>Targionia hypophylla</i>	<i>Barbula Brebissonii</i>
<i>Anthoceros lævis</i>	<i>Funaria hygrometrica</i>
<i>Gymnostomum calcareum</i>	<i>Mielichhoferia Coppeyi</i>
<i>Eucladium verticillatum</i>	<i>Webera Tozeri</i>
<i>Gyroweisia reflexa</i>	<i>Bryum Donianum</i>
<i>Dicranella varia</i>	<i>Bryum torquescens</i>
<i>Fissidens pusillus</i>	<i>Scleropodium illecebrum</i>
<i>Fissidens Bambergeri</i>	<i>Eurhynchium circinatum</i>
<i>Pleuroidium subulatum</i>	<i>Eurhynchium megalopolitanum</i>
<i>Trichostomum nitidum</i>	<i>Hypnum aduncum.</i>

Ce groupement, que tout bryologue européen aurait reconnu de suite comme calcicole, m'a engagé à examiner de près cette « alluvion sablonneuse ». Je n'ai nullement été surpris de voir que le sable fin des touffes de Mousses était complètement calcaire et se dissolvait, à peu près sans résidu, dans les acides.

V. Remarques sur l'origine de quelques espèces méditerranéennes

Les Muscinées signalées jusqu'à présent en Grèce ont toutes été recueillies en Europe, et en France même, sauf *Porella Levieri* récoltée en Italie, *Barbula papillosissima*, en Sardaigne, et

Funaria Maireana, à Alexandrie. Une seule Mousse peut être considérée, jusqu'à nouvel ordre, comme *endémique* en Grèce : c'est ce *Mielichhoferia Coppeyi* décrit dans ce travail.

Cette mousse est une des plus intéressantes nouveautés que l'on ait trouvées en Europe depuis fort longtemps; son intérêt est le même que celui de *Calymperes Sommieri* Bott. de l'île italienne Pantelleria, et de *Barbella strongylensis* Bott. de l'île Stromboli, décrites récemment par M. BOTTINI ⁽¹⁾ ⁽²⁾.

De même que ces dernières, elle représente, dans la région méditerranéenne, un genre exotique et même plutôt austral. Le genre *Mielichhoferia* Bryol germ. est représenté en Europe, il est vrai, par le *M. nitida* Bryol germ. et le *M. compacta* Kindb. qui se sont répandues jusqu'en Scandinavie; mais, par l'ensemble de sa répartition, ce genre semble bien être d'origine exotique, et probablement austral. M. BROTHÉRUS y réunit 60 espèces dont 5 en Asie (4 endémiques), 6 en Afrique (5 endémiques), 5 en Australie (4 endémiques), et 44 en Amérique, là plupart dans l'Amérique du Sud (3). L'espèce grecque est très distincte par son péristome double bien développé qui la rapproche plus que les autres du genre *Bryum* sens. lat. [par l'intermédiaire des *Webera* (*Pohlia*)]. On ne connaissait jusqu'ici que 8 espèces de *Mielichhoferia*, réunies dans le sous-genre *Mielichhoferiopsis* Broth., possédant un péristome double, 3 d'entre elles n'ayant d'ailleurs qu'un exostome rudimentaire; or toutes appartiennent à l'hémisphère austral (4). M. J. CARDOT justifie en outre la création du sous-genre *Haplodontiopsis*, non seulement par la perfection du péristome, mais aussi et surtout par les caractères du tissu foliaire rappelant complètement les Mousses du genre *Haplodontium* Hampe. Or, sur 12 espèces constituant ce genre,

(1) A. BOTTINI : *Sulla briologia delle isole italiane* (Webbia, 1907, pp. 355 et 387). Voir également A. BOTTINI : *Sull'importanza di nuove esplorazioni briologiche in Italia* (Nuovo Giornale botanico italiano [Nuova Serie]. Vol. XV, n° 2, Aprile 1908).

(2) M. Dixon vient de décrire une autre espèce fort intéressante appartenant au genre *Distichophyllum* qui, sur 75 espèces, en renferme 70 intertropicales ou australes. L'indication de station est : Austria, Salzburg, Zinkenbach, Sankt-Wolfgang See, 700 mètres. (« *Distichophyllum carinatum* Dixon and Nicholson, a species and genus of Mosses new to Europe ». — *Revue bryologique*, n° 2, 1909.) [Note ajoutée pendant l'impression.]

(3) BROTHÉRUS, in ENGLER und PRAUTL, *Planzenfamilien*.

(4) Botaniquement et zoologiquement, toute l'Amérique du Sud doit être comprise sous cette dénomination.

10 sont australes, une est signalée en Abyssinie (*H. clavatum* [Br. et Schp.] Broth.) et une autre à Madère (*H. Notarisii* [Mitt.] Broth.). On voit donc combien les affinités de *M. Coppeyi* Card. sont nettement australes, tout autant que pour les deux Mousses décrites par M. BOTTINI. Il est possible qu'il s'agisse là de faits accidentels, de plantes introduites à une époque plus ou moins éloignée de la nôtre : ce serait, dans ce cas, un fait de géographie botanique d'une importance secondaire, quoique cependant très intéressant. Cette première hypothèse recevrait un commencement de justification si on découvrait ces mêmes espèces dans les contrées de l'hémisphère austral.

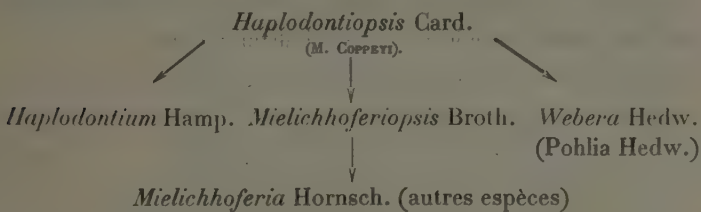
S'il n'en est pas ainsi, il y a tout autant de motifs d'admettre qu'il s'agit du reliquat d'une végétation plus ancienne, refoulée dans son ensemble par la différenciation des zones climatiques et l'extension d'une végétation boréale, mieux adaptée aux nouvelles conditions d'existence. Ce serait, dans cette hypothèse, un appoint important à nos connaissances sur la phytogéographie, et sur l'origine des flores régionales. On sait combien une semblable hypothèse est justifiée, pour les animaux, par la zoogéographie et la paléontologie.

Mais alors, s'il en est ainsi, il y a lieu de considérer *M. Coppeyi* comme une *Bryacée* à caractères primitifs, et d'y voir une espèce se rapprochant des formes originelles des *Bryées* d'une part, des *Mielichhoferiées* d'autre part. On peut relever, comme caractères primitifs, la grande variabilité de la ramification, de la structure des feuilles, de la constitution des rameaux sexués, de la courbure du pédicelle, la simplicité du tissu foliaire, l'absence d'ornementation du péristome. On ne peut, d'autre part, indiquer la duplicité du péristome comme un caractère récent. Si, en effet, il y a des capsules à péristome rudimentaire ou nul, ce n'est pas nécessairement par suite d'une évolution progressive moins complète que pour celles à péristome parfait. c'est certainement, dans bien des cas, sinon la majorité, par suite d'une évolution régressive plus ou moins accentuée. Les espèces à péristome simple de *Mielichhoferia* paraissent être précisément dans ce cas; les unes n'ont pas d'exostome, d'autres un exostome rudimentaire, les autres enfin un exostome parfait. Le deuxième groupe représente évidemment un échelon intermédiaire entre les extrêmes; mais je crois que, précisément, ces

dents rudimentaires doivent être envisagées comme le résultat d'un avortement partiel.

Ainsi, *M. Coppeyi* doit être regardé comme une espèce fort ancienne représentant un groupe de Mousses d'où plusieurs autres sont dérivés. Les caractères du genre *Haplodontium* confirment cette manière de voir. En effet, si, chez les espèces de ce genre, l'appareil végétatif ressemble à celui de *M. Coppeyi*, par contre le péristome est simple; mais, cette fois, c'est l'endostome qui manque, ayant sans doute subi une régression.

On peut donc représenter de la manière suivante les relations de quelques Bryacées :



En résumé, l'anatomie comparée vient ici apporter un sérieux argument en faveur de l'hypothèse d'une flore ancienne, à caractères tropicaux, ayant existé dans la région méditerranéenne.

Dans l'un des mémoires précédemment cités, M. BOTTINI écrit : « A questo progresso si è naturalmente associata una conoscenza più ampia e più giusta dei caratteri delle specie, delle varietà, delle forme, e di quei dati molteplici e complessi concernanti i fatti e le cause di distribuzione che formano argomento della briogeografia. » Et, un peu plus loin, le même auteur ajoute : « Quanto alle specie tropicali, delle quali la immigrazione e la permanenza in Italia sono state discusse da me recentemente, raccomando la completa ed accurata esplorazione di tutte le stazioni caldo-umide costituite dalle fumarole, dalle stufe, dalle grotte calde naturali, assai frequenti presso Napole e nelle isole Ischia, Stromboli e Pantelleria. Chi sa? i risultati di tali perlustrazioni potrebbero essere decisamente meravigliosi. »

Ces remarques et conseils sont fort judicieux, et je ne puis mieux faire que de les rapporter ici, pour terminer ce mémoire, en les appliquant à toute la région méditerranéenne. Dans mon précédent travail sur les Muscinées de Grèce, j'ai eu l'occasion

de m'élever contre les idées fausses, qui s'étaient conservées trop longtemps, au sujet de la géographie botanique des pays méditerranéens.

Ces idées sont en grande partie responsables de l'indifférence des bryologues vis-à-vis des Muscinées de ces pays. Je suis heureux d'avoir cette fois l'occasion de montrer, sous une nouvelle face, l'intérêt que peut présenter une étude minutieuse et complète de ces plantes. Je suis persuadé que l'exploration systématique, non seulement des lieux volcaniques, mais de toutes les îles et presque îles méditerranéennes donnera lieu à des découvertes inattendues qui, non seulement enrichiront la flore européenne d'espèces remarquables, mais encore apporteront de précieux documents à la science phytogéographique.

CORRECTIONS

A

Contribution à l'Étude des Muscinées de la Grèce

(BULL. SOC. DES SC. DE NANCY, 1907)

Tirage à part	Bulletin 1907	
p. 24	p. 314	5 ^e ligne, à partir du bas, au lieu de <i>innervations</i> , lire <i>innovations</i> .
p. 25	p. 315	7 ^e ligne, à partir du haut, au lieu de <i>innervations</i> , lire <i>innovations</i> .
p. 38		11 ^e ligne, à partir du bas, au lieu de <i>M. dulatum</i> , lire <i>M. undulatum</i> .
p. 41		17 ^e ligne, à partir du haut, au lieu de <i>A. dulatum</i> , lire <i>A. undulatum</i> .

Planche IV, phot. *h*, effacer la ligne transversale ondulée.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

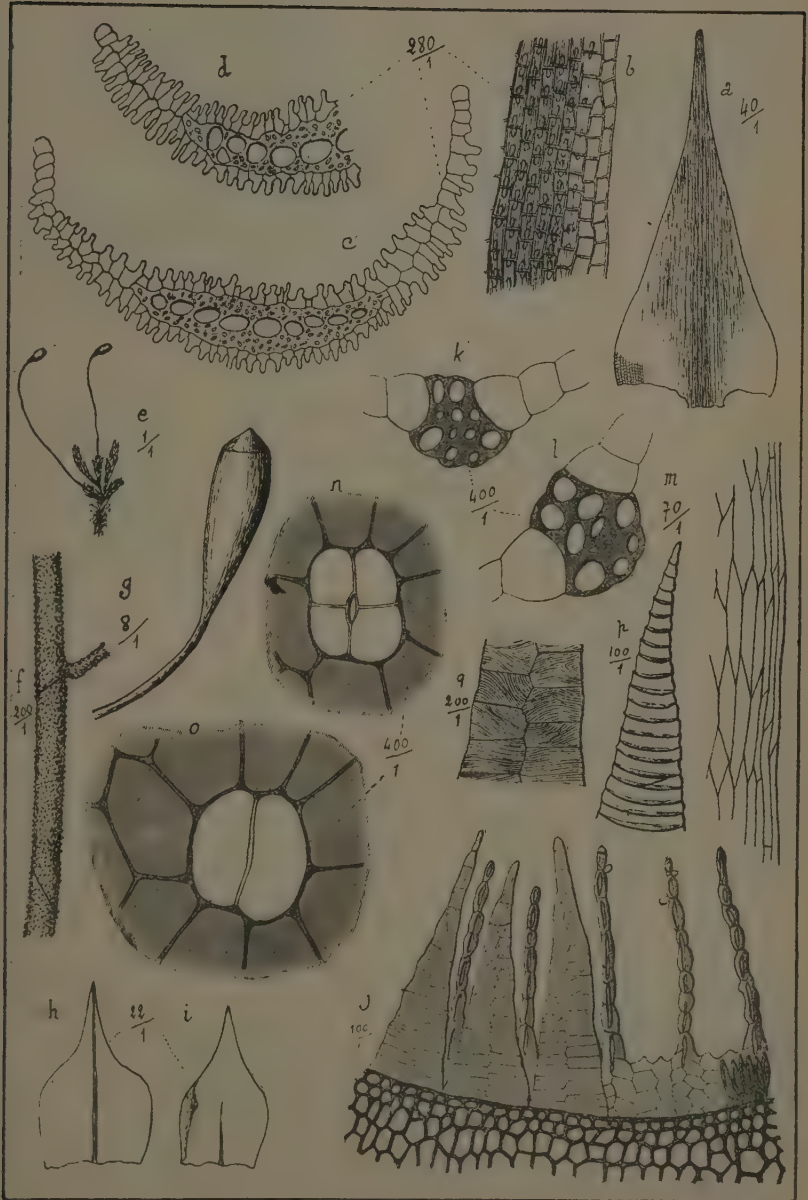
- a* Feuille de *Cheilothela chloropoda* (gr. 40).
- b* Tissu de la feuille de *Ch. chloropoda*, au bord, dans la partie moyenne (gr. 280).
- c* Coupe de feuille de *Ch. chloropoda*, vers le tiers inférieur (gr. 280).
- d* Portion de coupe de feuille de *Ch. chloropoda*, vers le tiers supérieur (gr. 280).
- e* *Mielichhoferia Coppeyi*, tige portant trois rameaux ♀, dont deux fructifiés, et deux rameaux stériles (grandeur naturelle).
- f* Portion de radicule principale de *M. Coppeyi* (gr. 200).
- g* Capsule partiellement atrophiée de *M. Coppeyi*, avec son opercule (gr. 8).
- k* et *i* Feuilles périgoniales internes de *M. Coppeyi* (gr. 22).
- j* Portion de péristome de *M. Coppeyi*, vu par sa face externe, avec une partie de l'anneau et de la membrane du péristome interne (gr. 100).
- h* et *l* Coupes de la nervure de *M. Coppeyi* (gr. 400).
- m* Tissu du bord des feuilles supérieures de *M. Coppeyi*, dans la région médiane (gr. 70).

- n* et *o* Stomates de la capsule de *M. Coppeyi*, vus de l'extérieur (gr. 400).
p Dent du péristome externe de *M. Coppeyi*, vue de l'intérieur et montrant les lamelles transversales (gr. 100).
q Région moyenne d'une dent du péristome externe de *M. Coppeyi*, vue par sa face externe et montrant sa striation (gr. 200).

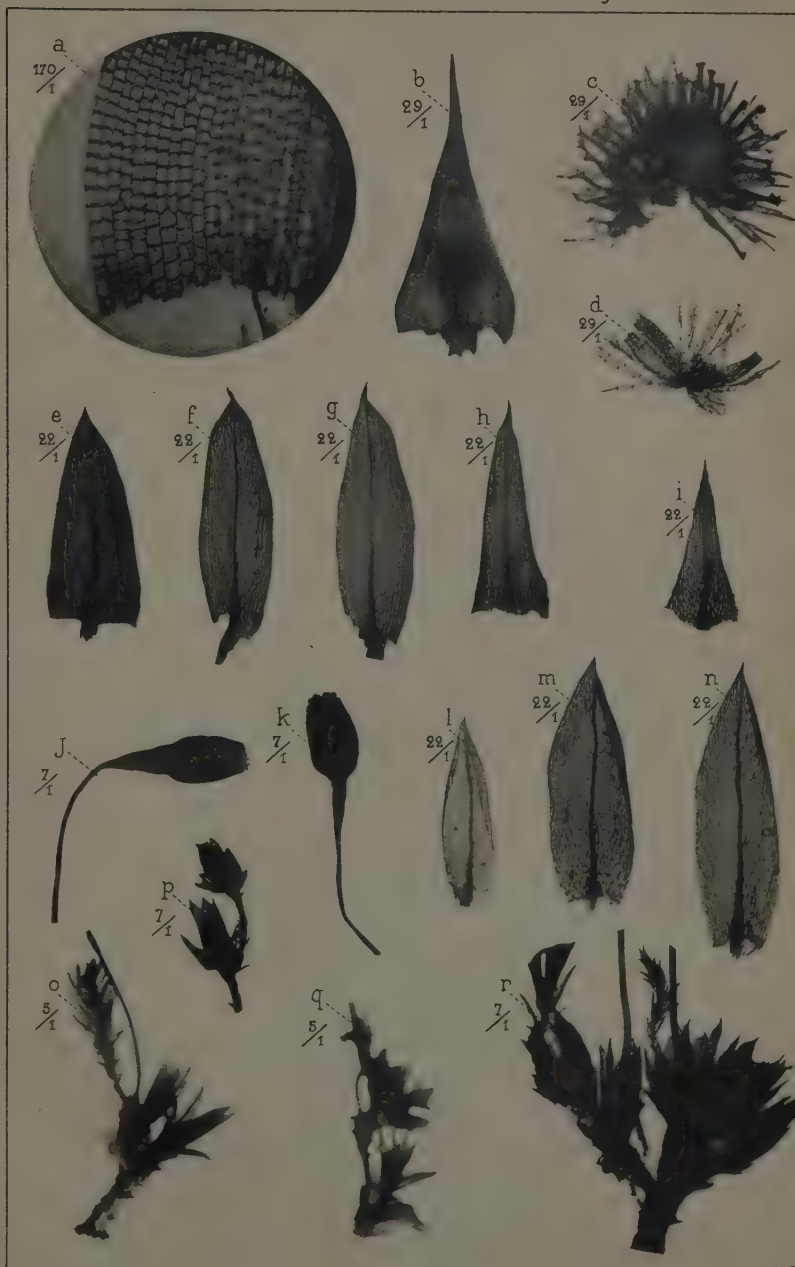
PLANCHE II

- a* Tissu des angles basilaires des feuilles de *Cheilothela chloropoda* (gr. 170).
b Feuille de *Ch. chloropoda* (gr. 29).
c Portion d'inflorescence ♀ de *Mielichhoferia Coppeyi* (gr. 29).
d Portion d'inflorescence ♂ de *M. Coppeyi* (gr. 29).
e Feuille caulinaire moyenne de *M. Coppeyi* (gr. 22).
f et *g* Feuilles moyennes de rameaux ♀ de *M. Coppeyi* (gr. 22).
h et *i* Feuilles périchétiales de *M. Coppeyi* (gr. 22).
j Capsule de *M. Coppeyi*, à l'état humide (gr. 7).
k Capsule de *M. Coppeyi*, à l'état sec (gr. 7).
l, *m* et *n* Feuilles de rameaux stériles de *M. Coppeyi* (gr. 22).
o Plante ♀ de *M. Coppeyi*, portant trois rameaux ♀, dont un fertile, et un rameau sans fleurs (gr. 5).
p Plante ♂ de *M. Coppeyi*, portant deux rameaux ♂ (gr. 7).
q Plante ♂ de *M. Coppeyi*, portant un groupe de cinq rameaux ♂ (gr. 5).
r Plante ♀ de *M. Coppeyi*, portant sept rameaux ♀ dont deux fertiles, et deux rameaux sans fleurs (gr. 7).

Planche I



A Coppey del.



NOTE

SUR LE

PLAN GÉOLOGIQUE EN RELIEF

DE LA

CONCESSION DE DROITAUMONT

Par M. Henry JOLY

A la demande de MM. Schneider et C^{ie}, j'ai exécuté un plan relief de la concession de minéral de fer de Droitaumont, d'après l'étude géologique des terrains faite sous ma direction en 1907. Ce plan est destiné à l'Exposition internationale de Nancy.

MM. Schneider et C^{ie} ont bien voulu m'autoriser à donner la primeur de ce travail à la Société des Sciences de Nancy ; qu'il me soit permis de leur adresser ici, au nom de cette Société et au mien, nos bien vifs remerciements.

Le travail sur le terrain a consisté dans l'étude des affleurements à la surface du sol des différentes assises du Bathonien moyen et du Bathonien supérieur. On a reporté les limites de ces affleurements sur un plan de la concession dressé à l'échelle de 1/5.000^e par le Service topographique de MM. Schneider et C^{ie}. Les affleurements de ces différentes couches ont été teintés chacun d'une couleur conventionnelle.

La carte géologique détaillée de la concession était ainsi établi.

Pour se rendre compte de la tectonique, c'est-à-dire de l'allure des plissements et du pendage des couches géologiques dans la concession, on a pris une surface géologique repère, celle du

toit des caillasses à *Anabacia orbulites*. L'intersection de cette surface avec la surface du sol est une courbe gauche donnant une série de cotes d'altitude de cette surface géologique. On pouvait dès lors établir, d'une façon plus ou moins approchée, les courbes de niveau de cette surface ; c'est ce qui fut fait.

Enfin, pour serrer le problème de plus près, dans les régions où cette surface n'était pas abordable, on s'est servi, en procédant de la même façon, de niveaux-repères secondaires situés au-dessus ou au-dessous, mais à une distance connue de la surface des *Anabacia orbulites* à laquelle le tout a été rapporté.

Cette étude a mis en évidence l'existence de la grande faille de Friaumville et d'un synclinal dirigé N.E.-S.O. traversant toute la concession.

Comme les différentes couches géologiques sont sensiblement parallèles entre elles, on peut conclure que l'allure de la *couche grise de minerai de fer* est, à peu de chose près, la même que l'allure de la couche à *Anabacia orbulites*. On a pu ainsi déterminer l'emplacement du premier siège d'extraction, en tenant compte, non seulement du relief de la surface et de la proximité de la voie ferrée, mais aussi des conditions d'exploitation de la couche grise, conditions imposées par son allure tectonique.

Le plan relief exposé n'est que la réalisation à l'échelle de 1/5.000^e avec hauteurs sextuplées, non seulement de la surface du sol, mais aussi de sa constitution en profondeur jusqu'à l'altitude de 170 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans la concession de Droitaumont.

Ce plan comprend deux parties : la partie surélevée représente la masse recouvrant la surface géologique de la couche à *Anabacia orbulites*. Cette surface ondulée, coupée par des failles et en partie érodée, est représentée par la partie inférieure du plan. Les fils de laiton figurent les courbes de niveau réelles et virtuelles (partie érodée) de cette surface.

LA
MER HELVÉTIENNE
DANS LE BASSIN DU HAUT-RHIN

Par MM. MIEG et H.-G. STEHLIN

La série des sédiments paléogènes du bassin du Haut-Rhin se termine par le calcaire d'eau douce de Tüllingen, qui est probablement d'âge aquitainien inférieur. Le plus ancien sédiment néogène de la région qu'on connaissait jusqu'ici est le *Oberelsässer Deckenschotter* de M. GUTZWILLER, qui date du pléistocène le plus inférieur ou du pliocène supérieur. Entre ces deux sédiments il y a un énorme hiatus qui comprend l'oligocène le plus supérieur, le miocène tout entier et la plus grande partie du pliocène.

Une découverte que nous avons faite l'automne dernier, dans la région de Kandern (grand-duché de Bade) vient combler — du moins partiellement — cette lacune dans notre connaissance de l'histoire du bassin, et cela d'une façon inattendue et fort intéressante.

Près du hameau de Hammerstein, station de la ligne Haltingen-Kandern, on exploite depuis quelques années une sablière qui donne du sable à mouler pour les fonderies. Cette sablière est située à 700 mètres des dernières maisons, à droite et au-dessus de la grande route de Binzen. Elle présente actuellement une coupe de huit mètres environ, qui comprend de bas en haut :

1° Cinq à six mètres de sable quartzeux roux-brunâtre, micacé, assez grossier, peu calcaire ;

2° Un fort banc de grès micacé compact ;

3° Un banc de trente centimètres sablo-marneux et tendre.

L'ensemble de ces couches plonge fortement vers le sud-ouest

et paraît reposer sur un complexe stampien (mollasse, argile à septaria, schistes à poissons) présentant une inclinaison analogue. Il est recouvert en discordance et irrégulièrement par un dépôt de transport quaternaire, qui atteint jusqu'à quarante centimètres. D'après ce que nous avons vu aux alentours de la sablière, l'épaisseur des sables pourrait être assez considérable.

Des trois assises mentionnées la mitoyenne est stérile. La plus supérieure renferme des Cérithes, des Cardiums, des Hydrobies, etc., assez mal conservés et dont l'étude reste à faire. Dans la plus inférieure on rencontre par nids de nombreuses dents de requins et des restes de mammifères terrestres très fracturés et excessivement roulés. Ces derniers, malgré leur mauvais état de conservation, nous ont permis d'identifier la faune suivante :

Mastodon angustidens Cuvier (fragments de molaires et de dents de lait).

Rhinoceros spec. (fragments de molaires et phalange, spécifiquement indéterminables).

Hypotherium Swemmeringi Myr. (une troisième prémolaire inférieure).

Palæomeryx Kaupi Myr. (fragments de canon).

Dicrocerus elegans Lartet (deux astragales).

Dicrocerus furcatus Hensel (plusieurs astragales et calcaneums, un fragment d'os frontal avec le pédicule du bois, plusieurs andouillers).

Pseudocyon Sansaniensis Lartet (une carnassière inférieure, un fragment de phalange).

En dehors de ces restes de mammifères, nous avons observé des traces de tortues et de crocodiles.

Cette faune nous renseigne parfaitement sur l'âge de notre dépôt. Elle est *miocène* et plus précisément *miocène moyenne*, car les *Dicrocerus* font encore défaut dans l'étage burdigalien.

La sablière de Hammerstein nous révèle donc pour la première fois le fait important que le bassin du Haut-Rhin a été envahi par la mer helvétique. Il ne saurait être douteux que cette mer n'y soit venue du sud, du bassin helvétique, en traversant l'emplacement du Jura actuel.

Nous nous proposons de revenir sur cette découverte et sur les conclusions qui en découlent dans un travail plus détaillé.

LES NÉPHROPHAGOCYTES DES MAMMIFÈRES⁽¹⁾

Par MM. L. SPILLMANN et L. BRUNTZ

On sait que presque tous les Invertébrés possèdent deux sortes de cellules appelées *néphrocytes* et *phagocytes*. Les premières sont des cellules excrétrices closes, c'est-à-dire privées de canalicule excréteur leur permettant de déverser au dehors les produits sécrétés. Leur fonction excrétrice est démontrée :

1° Par l'analyse chimique des produits qu'elles renferment (CUÉNOT, GONET et BRUNTZ, 1908) et 2° par la faculté qu'elles possèdent d'éliminer les liquides des injections physiologiques (solutions aqueuses salines ou colorées, comme celles de lactate de fer ou de carmin ammoniacal, par exemple) [CUÉNOT, 1900 ; BRUNTZ, 1903].

Les secondes sont des cellules mobiles ou fixes qui jouissent de la propriété de capturer les corps solides étrangers à l'organisme (comme des grains de carmin, d'encre de Chine, des bactéries).

Chez quelques Invertébrés (CUÉNOT, 1900 ; BRUNTZ, 1903-1907), il n'existe que des néphrophagocytes. Comme leur nom l'indique, ces éléments sont, à la fois, excréteurs et phagocytaires, car ils éliminent non seulement les liquides injectés, mais phagocytent aussi les particules solides.

Enfin, dans la série, il existe des groupes comme les Crustacés décapodes et amphipodes (BRUNTZ, 1903), qui possèdent à la fois des néphrocytes, des phagocytes et des néphrophagocytes.

Chez les Vertébrés, on a beaucoup usé des injections physio-

(1) Note communiquée au Congrès des anatomistes.

logiques de substances solides ou liquides poussées, soit dans le système circulatoire, soit dans la cavité péritonéale, soit dans le tissu conjonctif sous-cutané. Ces injections étaient effectuées dans divers buts ; par exemple, elles étaient destinées à la recherche des cellules phagocytaires ou à l'étude de l'élimination par les reins ouverts (rein et foie) [1], ou encore à la découverte d'autres éléments cellulaires qui possèdent, comme les cellules rénales et hépatiques, le pouvoir d'éliminer les liquides injectés.

Si, dans le seul groupe des Mammifères, de nombreux auteurs ont recherché les éléments phagocytaires, un petit nombre seulement se sont occupés des cellules éliminant les réactifs liquides. Cependant, aujourd'hui, ces cellules sont bien connues, grâce aux travaux de ROBERT (1891), COUSIN (1898), RIBBERT (1904), CUÉNOT et MERCIER (1908).

RIBBERT est le seul qui ait examiné systématiquement tous les organes et tissus après injection de solution de carmin lithiné à de jeunes lapins. Il a reconnu ainsi que l'élimination de ce réactif s'effectuait par des cellules endothéliales et des cellules conjonctives. Parmi les premières, il cite les cellules des capillaires sanguins du foie, de la rate, de la moelle osseuse, les cellules endothéliales des sinus des ganglions lymphatiques et celles de l'endothélium des vaisseaux de la pulpe splénique. Parmi les secondes, il trouve des cellules à Lithionkarmin dans le tissu conjonctif sous-cutané, le tissu interstitiel du rein, du testicule, le tissu adipeux, les méninges, la pulpe splénique, etc.

Comme le montrent les dessins de RIBBERT, le tissu réticulé des sinus lymphatiques élimine aussi la solution de carmin lithiné.

Ainsi, chez les Mammifères, à la suite de divers travaux dus à des auteurs différents, on sait quelles sont les cellules phagocytaires et les cellules excrétrices. Mais, puisque chez les Invertébrés on connaît des types qui possèdent seulement des cellules excrétrices, seulement des néphrocytes et des phagocytes, seulement des néphrophagocytes ou les trois espèces de cellules à la fois, on peut, en ce qui concerne le groupe que nous étudions, se poser la question suivante : Est-ce que ce sont bien les mêmes cellules qui éliminent en même temps les substances solides et liquides injectées ; autrement dit, les Mammifères possèdent-ils

(1) Voir POLICARD, 1903.

seulement des néphrophagocytes, ou, comme les larves de Batraciens (BRUNTZ 1907), à la fois des néphrocytes et néphrophagocytes ?

Pour rechercher si les cellules à Lithionkarmin de Ribbert sont des néphrocytes, nous avons injecté à de jeunes lapins (âgés d'un mois environ) un mélange de carmin ammoniacal et d'encre de Chine. L'injection de 4 à 6 centimètres cubes de ce réactif était poussée lentement dans la veine marginale d'une oreille. Le lendemain, l'animal, en parfaite santé, était sacrifié et les divers tissus et organes étaient examinés sur le frais et fixés à l'aide du liquide de Bouin pour être débités en coupes.

Par ces deux méthodes, nous avons constaté que :

1° La liste des cellules éliminant les substances liquides, dressée par RIBBERT, est exacte⁽¹⁾. Cependant, cet auteur n'a pas signalé la présence de cellules excrétrices dans divers organes ou tissus où elles existent. On peut dire que dans chaque lobe de tissu conjonctif se trouvent des cellules à carminate.

Nous avons, en effet, décelé leur présence dans la capsule du foie, du rein et des ganglions lymphatiques, dans le tissu conjonctif interstitiel des glandes salivaires et lacrymales, dans le mésentère, la sclérotique, la choroïde, dans le tissu conjonctif du chorion de la muqueuse trachéale, dans les diverses portions du tube digestif, où elles se trouvent disséminées, surtout dans le gros intestin, au milieu du tissu conjonctif disposé entre l'épithélium et la couche musculaire muqueuse ;

2° Ce sont les mêmes éléments qui éliminent le carmin ammoniacal et l'encre de Chine.

Le fait est facile à constater, sauf en ce qui concerne les cellules du tissu conjonctif, car, au contraire des autres néphrophagocytes, ces cellules, qui éliminent cependant activement le colorant liquide, sont douées d'un pouvoir phagocytaire faible, tout au moins vis-à-vis des substances solides injectées par voie intra-veineuse. Dans ce cas, en effet, ce sont surtout les cellules qui sont les premières en contact avec les particules étrangères

(1) Nous n'avons pas constaté, dans le thymus, la présence de cellules à carminate, et, par hasard, nos expériences n'ayant porté que sur des lapins mâles, nous n'avons pas pu rechercher la présence des cellules à Lithionkarmin que RIBBERT décrit dans l'ovaire.

qui se chargent des grains d'encre de Chine, comme les leucocytes et les cellules endothéliales des capillaires.

A quels éléments cellulaires doivent être rapportés les néphrophagocytes du tissu conjonctif des Mammifères ?

D'après MAXIMOW (1906), le tissu conjonctif renferme des fibroblastes, des mastzellen, des cellules migratrices amiboïdes, des plasmazellen, des cellules éosinophiles et des cellules adipeuses.

D'après RENAUT (1907), il existe dans le tissu conjonctif des cellules connectives ayant des lymphocytes comme origine. Ces cellules se fixent au dernier terme de leur évolution et sont caractérisées par leur fonction glandulaire suivant le mode rhagiocrine. Elles renferment de petites vacuoles qui se colorent par le rouge neutre et elles peuvent phagocyter des corps étrangers injectés (spores et grains de pollen).

D'après les descriptions et les dessins de MAXIMOW, nous croyons que les cellules migratrices au repos et les fibroblastes mêmes qui, semble-t-il, ne sont que deux stades d'évolution des cellules connectives, correspondent aux néphrophagocytes. Ceux-ci, comme l'ont déjà remarqué CUÉNOT et MERCIER, fonctionnent comme glandes rhagiocrines.

En résumé, les Mammifères ne possèdent pas de néphrocytes, mais des néphrophagocytes représentés par diverses cellules endothéliales et par des cellules du tissu conjonctif.

Ces éléments sont histologiquement et physiologiquement comparables aux néphrophagocytes des Invertébrés⁽¹⁾.

D'accord avec COUSIN et RENAUT, nous considérons ces endothéliums et les cellules du tissu conjonctif comme des éléments glandulaires, mais notre interprétation diffère de celle du savant lyonnais en ce que nous n'attribuons pas le rôle de « glande à sécrétion interne » à ces dernières cellules. La faculté qu'elles possèdent d'éliminer les substances liquides comme les particules solides démontre bien leur rôle à la fois excréteur et phagocytaire.

(Travail du laboratoire de l'École supérieure de pharmacie.)

(1) Chez les Poissons, CUÉNOT (1907) a montré que, dans le cœur, les cellules du revêtement endothélial et des cellules éparses dans le tissu lymphoïde du rein sont des néphrophagocytes.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ BOTANIQUE
DE FRANCE

FONDÉE LE 23 AVRIL 1854

ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE

PAR DÉCRET DU 17 AOÛT 1875

TOME CINQUANTE-CINQUIÈME

(Quatrième série — Tome VIII)

1908

EXTRAIT

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

RUE DE GRENNELLE, 84

M. VULLEMIN, en ouvrant la séance, prononce l'allocution suivante.

Mesdames, Messieurs,

C'est pour moi un insigne honneur de venir souhaiter la bienvenue aux membres de la Société botanique de France, au nom de la Société des Sciences de Nancy, en présence de M. le Recteur, dans ce local

universitaire mis gracieusement à notre disposition par M. le Doyen de la Faculté des Lettres.

Permettez-moi de vous exprimer aussi les sentiments personnels de joie que j'éprouve à voir réunies en une même assemblée deux Sociétés où, depuis un quart de siècle, j'apprécie la valeur d'un commerce constant avec les hommes qu'entraîne la même passion du savoir.

Nos deux Sociétés poursuivent le même idéal dans des sphères et avec des moyens divers. Elles se sont constituées à des époques différentes. Leur naissance, comme leur programme, rappelle deux étapes dans l'évolution de la pensée scientifique, deux idées directrices qui se sont dégagées successivement, mais qui sont loin de s'exclure.

Tandis que la Société botanique de France vient de doubler le cap de la cinquantaine, notre Société des Sciences, fondée à Strasbourg en 1828, est une vénérable octogénaire. Ce serait, pour une vie humaine, le début de la caducité; mais les Sociétés restent jeunes, tant qu'elles savent s'infuser un sang nouveau et répondre aux aspirations de leur temps.

Jadis les esprits d'élite se groupaient, dans chaque centre de quelque importance, pour se communiquer le fruit de leurs méditations et les documents provenant d'échanges personnels avec les savants qui, au loin, cultivaient la même spécialité. A Nancy, l'Académie de Stanislas fut longtemps l'unique, ou du moins le principal foyer de haute culture, où les Mémoires de botanistes tels que SOYER-WILLEMET, GODRON, etc., trouvaient asile à côté des Rapports sur les prix de poésie et les prix de vertu.

Des Sociétés d'ordre plus spécial sont nées du besoin de rendre le travail mieux divisé et plus productif, par où des hommes actifs, poursuivant un but commun, désiraient répandre au loin les lumières qui se dégagent du choc local des idées. La ville qui fut le berceau de l'imprimerie était toute désignée pour entreprendre cette œuvre de diffusion scientifique.

La Société qui a l'honneur de vous recevoir aujourd'hui, Messieurs, se réunit pour la première fois à Strasbourg, le 6 décembre 1828, sous le titre de Société d'Histoire naturelle. A cette époque, la botanique tenait une place d'honneur dans les préoccupations des médecins. Aussi trouvons-nous sur la liste des fondateurs les noms des maîtres de la Faculté : le doyen EHLMANN, les professeurs LAUTH, TH. BOECKEL, CHR. G. NESTLER. Le dernier représentant des membres élus à Strasbourg, que je suis heureux de voir près de vous, est le doyen de la Faculté de médecine de Nancy, le Dr GROSS, un homme de cette génération où l'on gagnait le grade de licencié ès Sciences naturelles avant de devenir un maître de la chirurgie.

Nous relevons encore, sur la liste des fondateurs de la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg, les noms de DUVERNOY, qui fut ensuite professeur au Muséum d'Histoire naturelle et membre de l'Institut, du géologue VOLTZ, dont le nom rappelle un genre de Taxodée triasique.

La Société de Strasbourg compta au nombre de ses titulaires des représentants illustres de toutes les branches des Sciences d'observation : les géologues de BILLY, DAUBRÉE, DELESSE, les chimistes GERHARDT, RITTER, le physiologiste KUSS, BERTIN, qui devait devenir directeur de l'Ecole normale supérieure, PASTEUR.

Les botanistes occupent sur cette liste une place honorable, comme en témoignent les beaux mémoires consacrés à la floristique locale par KIRSCHLEGER, aux plantes exotiques par FÉE, à la morphologie par SCHIMPER, à la physiologie par MILLARDET.

Deux fois la Société changea de nom avant son exode sur la terre lorraine. La Société d'Histoire naturelle était devenue Société du Muséum d'Histoire naturelle en 1834, puis Société des Sciences naturelles en 1858. Ces désignations successives ne sont pas l'effet d'un pur caprice. La description et le classement des formes, qui fut presque un jeu de l'esprit pour les premiers naturalistes, cherche sa justification pratique dans son application directe aux faits tangibles, aux objets accumulés dans une des grandes collections européennes ; puis l'horizon s'étend et une science plus large se dégage des faits patiemment enregistrés.

Lorsqu'en 1873, la majorité des savants strasbourgeois se retrouva à Nancy, la compagnie reconstituée prit le nom de Société des Sciences. Les naturalistes faisaient appel à tous les amis du progrès scientifique.

N'était-ce pas un retour aux errements du passé? N'était-ce pas méconnaître les nécessités modernes de la division du travail, que d'accorder une place aux sciences abstraites, à côté de l'étude des faits d'observation? Nous ne le pensons pas. La discrète collaboration des mathématiciens ne nous a jamais gênés, et les naturalistes ont souvent fait leur profit des vues ingénieuses de la spéculation pure. Ce titre nouveau était l'aboutissant logique de l'évolution des sciences qui avait amené nos devanciers à changer deux fois le nom de la Société. On sentait de plus en plus clairement que l'histoire naturelle fait partie de la Science qui, maniée par l'esprit humain, n'est jamais absolument concrète ni absolument abstraite.

Que sont devenues les vieilles frontières de la physique et de la chimie? Quel naturaliste se contenterait de cataloguer les descriptions approximatives des êtres vivants, sans considérer les formes successives de chaque individu, sans poser le problème des causes de ces change-

ments que nous voyons autour de nous, que nous soupçonnons au delà des données actuellement acquises? Pouvons-nous comprendre le moindre phénomène de physiologie animale ou végétale sans remonter aux lois physico-chimiques qui demandent leur expression claire au langage mathématique?

Ces réunions où l'on se fait de la Science l'idée la plus large, grandes Académies ou petits groupements locaux, répondent à un besoin toujours actuel, car il relève de la constitution même des sens et de l'intelligence de l'homme.

Mais d'autres Sociétés sont nécessaires, où l'activité se concentre sur un objet bien défini et bien limité, où tous travaillent la même spécialité. Leur aire de recrutement doit être vaste. Nous en voyons le type dans la Société botanique de France, qui a trouvé des imitateurs dans divers pays.

On pouvait croire, en 1854, qu'il n'était pas possible d'assurer plus complètement la division du travail, le groupement des efforts convergeant vers un même but, la diffusion rapide des résultats acquis, que ne le fait la Société botanique de France. Et voilà que l'Association internationale des botanistes démontre, par son développement rapide, depuis sa fondation qui remonte à sept ans à peine, qu'il nous faut des organes d'information plus large, plus complète et plus rapide.

Personne d'entre vous, Messieurs, ne craindra que ces groupements nouveaux portent atteinte à la vitalité de la Société botanique de France. Les faits sont là pour nous montrer un regain de vigueur, une plus grande régularité dans vos publications depuis que l'organe de l'Association internationale nous fournit, chaque semaine, les nouvelles récentes de l'activité des botanistes dans le monde entier.

Les aptitudes individuelles justifieront des préférences pour les Sociétés locales, ou pour les Sociétés nationales, ou pour les Sociétés cosmopolites. Pour mon compte, je me passerais aussi difficilement de l'Association internationale des botanistes, de la Société botanique de France ou de la Société des Sciences de Nancy.

L'opinion que j'exprime ne m'est pas personnelle. Nous comptons à Nancy de nombreux membres communs à la Société des Sciences et à la Société botanique. Au dehors, nous gardons d'étroites attaches avec d'anciens confrères qui ont quitté la ville. Ce n'est pas sans fierté que nous saluerons, dans la personne du président de la Société botanique de France, un ancien membre titulaire de la Société des Sciences de Nancy, qui figure toujours sur nos contrôles comme membre correspondant. Suivant la trace de DUVERNOY, M. LOUIS MANGIN est aujourd'hui professeur au Muséum, en attendant les autres titres qui ont couronné la carrière du membre fondateur de la Société de Strasbourg.

Si nous parcourons le Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, nous y relèverons des Notes plus ou moins étendues, parfois des Mémoires considérables sur diverses branches de la botanique. Comme nos devanciers, nous avons débuté par les courses à la montagne, qui réserve tant de surprises au collectionneur. Les Vosges sont notre objectif commun, et vous allez parcourir plus d'un site exploré par la Société botanique de France, lorsqu'en 1858 elle tint à Strasbourg sa Session annuelle. La ligne bleue apparaît à l'horizon, de Nancy comme de Strasbourg. De loin elle peut donner l'illusion d'une barrière élevée par la nature entre deux pays, entre deux races, entre deux civilisations et, puisque nous parlons botanique, entre deux flores. Cette barrière va s'aplanir sous vos pas et se réduire à un trait d'union. Les mêmes plantes croissent sur les deux versants des Vosges. Si, dans la plaine d'Alsace, vous décelez quelque espèce inconnue en Lorraine, vous y reconnaitrez les spécimens d'une flore plus méridionale, pénétrant du bassin du Rhône par la trouée de Belfort. Ce sont des fleurs de France.

Je ne vous ferai pas l'énumération des travaux d'anatomie végétale inaugurés en 1879 par le Mémoire de M. L. MANGIN sur les Relations anatomiques entre la tige, la feuille et l'axe floral de l'*Acorus Calamus*, poursuivis par des savants tels que MM. LE MONNIER, LEMAIRE, MAILLOT, GODFRIN, THOUVENIN, MONAL, GRÉLOT. Je ne rappellerai pas les analyses chimiques des végétaux publiées par MM. MILLARDET, R. ENGEL, FLICHE, E. MER, MAILLARD, KLOB, ni les études physiologiques que nous devons à M. HECKEL ou à la pléiade des maîtres de l'Ecole forestière, qui nous font sentir les palpitations de la vie de la forêt.

Mais je ne résiste pas au plaisir de vous signaler une série de recherches révélant le lien intime qui unit notre flore locale à ses lointaines origines, nous laissant entrevoir, dans les phénomènes actuels, les causes toujours agissantes des variations du peuplement végétal.

C'est à M. FLICHE que nous devons la perfection atteinte par la paléontologie végétale de la Lorraine. Dans le dernier fascicule de notre Bulletin, vous verrez la troisième partie d'un monument consacré à la flore fossile du trias en Lorraine et en Franche-Comté. Cette superbe Monographie rajeunit et étend les célèbres Mémoires de SCHIMPER et de MOUGEOT, les pères de la paléobotanique. Est-ce par un effet du hasard que le Bulletin de 1908 contient la description de deux nouvelles espèces de *Voltzia*, de ce genre dédié par BRONGNIART à l'un des fondateurs de notre Société en 1828? Non! Ce n'est pas un pur hasard, c'est l'effet de la logique des choses qui montre la continuité de notre œuvre, où les esprits superficiels ne voient peut-être qu'une série de manifestations isolées et incohérentes. Le *Voltzia gracilis* Fl. et le *V. valchiae*

formis Fl. proviennent, comme le *V. heterophylla* Br., du grès bigarré des Vosges.

M. FLICHE et le regretté BLEICHER nous ont également fourni les premiers documents sur la flore de l'oolithe inférieure. Aux portes de Nancy (Baraques de Toul) il existait, à la base du Bathonien, un gisement de plantes de facies tropical (Cycadées, Conifères, peut-être Monocotylédones). Un nouveau *Cycadospermum* est signalé dans le Jurassique moyen d'Andelot (Jura). Notre Bulletin contient encore une contribution à la flore fossile de l'Infra-crétacé de la Haute-Marne, des études sur la flore de l'Albien et du Cénomanién, sans parler de Mémoires consacrés à des couches fossilifères plus éloignées de nous.

La flore quaternaire est d'un intérêt plus immédiat. Les lignites du Bois-l'Abbé, près d'Epinal, ceux de Jarville-lez-Nancy, renferment une flore de caractère boréal nettement accusé par la présence du Pin de montagne, du Bouleau, de l'Epicéa, du Mélèze. Les tufs et les tourbes de Lasnez, près de Nancy, montrent la superposition de trois flores qui se sont succédé depuis le début de l'époque néolithique ou la fin de l'époque paléolithique jusqu'à nos jours. La comparaison avec les lignites de Jarville et d'autres tufs de la région révèle à M. FLICHE l'existence d'une seconde période glaciaire, séparée de la première par un réchauffement. Mais, au fond, les deux époques glaciaires représentent des oscillations d'une période qui dure encore avec des alternatives de progression et de retrait. L'influence glaciaire s'est encore fait sentir sur la région nancéienne pendant le mémorable hiver de 1879-80.

A une époque qui pourrait appartenir à l'histoire, l'action de l'homme se trahit dans la substitution du Charme et du Chêne au Hêtre qui constituait d'abord l'essence dominante des forêts. Nous en trouvons la preuve dans l'étude des charbons entremêlés aux constructions préromaines de Champigneulle et du Camp d'Afrique. Nous en saisissons le mécanisme dans les procédés d'exploitation usités au Moyen-Age.

M. FLICHE apporte la même critique sagace dans ses Recherches botaniques et forestières sur le reboisement. Nous assistons à l'évolution sociale des végétaux qui s'associent ou s'éliminent.

De même l'*Elodea canadensis*, aperçu tout d'abord dans nos eaux par M. LE MONNIER, avait dépossédé, avant 1876, le *Zanichellia brachystemon*, observé au moulin de Jarville, en 1872, par le Dr HUMBERT.

Les maladies des plantes sont souvent étudiées dans notre recueil. La tératologie, descriptive au temps de GONRON, se relie à la morphologie normale par la recherche des variations dans les types considérés comme habituels. Notre Bulletin contient encore diverses Notes où l'on cherche à rapporter les variations accidentelles aux facteurs du milieu.

Je ne m'étendrai pas sur les travaux consacrés à la flore actuelle et

à la géographie botanique. Je rappellerai le Catalogue des plantes phanérogames qui croissent spontanément à Rome, publié dans un de nos premiers Bulletins par le Dr HARO. Notre confrère devançait l'auteur de la Flore du pavé de Paris en complétant l'œuvre de SEBASTIANI et en mentionnant plus de 400 espèces récoltées dans la ville éternelle.

L'influence des qualités physiques et chimiques du sol sur la végétation est analysée dans des études dues à BLEICHER, à M. FLICHE, à MM. GASSER et MAIRE.

La flore phanérogamique put sembler achevée, son étude pour longtemps épuisée après la réédition de la *Flore de Lorraine* de GODRON, de la *Flore forestière* de MATHIEU. Le zèle des chercheurs trouva un aliment dans des groupes particulièrement épineux tels que les Roses du bassin de la Moselle décrites par le Dr HUMBERT, tandis que les RonceS avaient pour monographes, en dehors de notre Société, des Vosgiens d'origine ou de résidence : l'éminent abbé BOULAY et M. l'abbé GÉRARD.

Les Cryptogames restaient insuffisamment connues. ENGEL avait décrit 29 espèces de Diatomées et 14 autres Algues unicellulaires. LEMAIRE élève au chiffre de 135 espèces et 13 variétés la liste des Diatomées, à 180, puis à 222 le nombre des Desmidiées vosgiennes. Les Lichens font l'objet de deux séries d'observations, puis d'un grand Mémoire de M. l'abbé HARMAND, dont le catalogue illustré comprend 638 espèces, 688 variétés ou formes. M. GODFRIN nous donne en cinq articles l'énumération des Champignons observés aux environs de Nancy, tandis que des Notices sont consacrées par divers auteurs à l'étude anatomique, cytologique, biologique de ces végétaux. Enfin M. COPPEY se spécialise dans l'étude des Mousses, rapidement ébauchée par GODRON.

Cependant, sous l'impulsion de l'Ecole de JORDAN, la limite des espèces vulgaires est soumise à un nouvel examen. Cette revision exige une grande activité dans la recherche, une éducation affinée par le maniement des grandes collections et par les explorations étendues à un plus vaste champ. Toutes ces qualités se trouvent réunies chez MM. MAIRE et PETITMENGIN, dont le zèle a fait éclore une nouvelle ère de prospérité pour les travaux de floristique.

Voilà, en quelques mots, quelle est l'œuvre botanique de la Société des Sciences de Nancy. Au même titre que les Sociétés similaires des villes voisines : Epinal, Saint-Dié, Verdun, Metz, nous avons fait de notre mieux pour défricher notre petit domaine. Je n'oserais me flatter que vous trouverez la moisson mûre à votre gré. Ce que je sais bien, c'est que c'est pour nous une bonne fortune de voir converger vers notre modeste groupement local les lumières qui rayonnent, non seulement de la capitale, mais de tous les points du territoire dont les savants se

sont donné rendez-vous à Nancy sous l'égide de la Société botanique de France.

Messieurs, vous n'aurez pas pour guides, dans vos excursions, tous les spécialistes qui ont approfondi diverses questions locales. GODRON, HUMBERT ont disparu après une carrière pleinement remplie. LEMAIRE nous a été ravi dans la fleur de l'âge. BLEICHER est tombé sur la brèche, en faisant son devoir. M. l'abbé HARMAND est tenu à l'écart par les infirmités. Le plus jeune et le plus vaillant d'entre nous, M. PETITMENGIN, condamné à un repos momentané, est privé de l'honneur de vous conduire dans les stations qu'il a explorées avec tant de soin. Le Bulletin de la Société des Sciences reste le témoin de l'activité de tous ceux qui ont enrichi notre floristique, il reste le répertoire de leurs découvertes.

Mesdames, Messieurs,

Je ne vous ai parlé que de nous. Ce n'est point, croyez-le, par un vain amour-propre de clocher. En vous signalant la part accordée à la botanique dans les préoccupations de la Société des Sciences de Nancy, j'ai voulu vous montrer que vous êtes ici dans un milieu ami, où l'on sait apprécier l'action féconde de la Société botanique de France.

COULOMMIERS

Imprimerie PAUL BRODARD.

LE

CAPRICORNE DOMESTIQUE

(*Hylotrupes bajulus* L.)

DESTRUCTEUR DE POTEAUX TÉLÉGRAPHIQUES

Par M. E. HENRY

Le samedi 12 juin 1909, à midi, par un temps calme, un des poteaux destinés à conduire à Tomblaine l'électricité de l'usine de la Compagnie générale d'électricité (rue des Tiercelins) s'abaissait, entraînant avec lui toute la série des poteaux installés entre le pont de Tomblaine et la rue Victor.

La chute de ces mâts et de leurs fils provoqua même celle d'un fort poteau en ciment armé situé à l'angle de la rue Victor.

Quand la nouvelle me fut annoncée le lendemain, je crus tout d'abord à un méfait des champignons.

Quelle ne fut pas ma surprise lorsque je constatai le lundi matin (14 juin) que les champignons n'étaient nullement en cause et qu'il s'agissait cette fois d'un dégât commis par un insecte, le Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.) commun dans les charpentes, dans les bois résineux bien secs et à couvert, mais qu'on n'a pas signalé jusqu'ici, à ma connaissance, dans des bois exposés en plein air à toutes les intempéries !

Le fait avait un certain intérêt.

C'est une station nouvelle de cet insecte que je viens signaler à l'attention des entomologistes.

Il y a des constatations agréables ; celle-là n'est pas du nombre.

On ne peut que regretter de voir un des insectes les plus dévastateurs des bois en œuvre s'adapter à des milieux dont il semblait jusqu'alors exclu.

Dans quelles conditions ce fait, heureusement rare, s'est-il produit et comment aurait-on pu éviter cette perte financière ?

*
* *

Les poteaux envahis par les insectes sont en sapin des Vosges ; ils ont été mis en place en 1905 et provenaient très probablement des chablis du 1^{er} février 1902. Une forte bourrasque du nord-est abattit dans le seul département des Vosges plus de 100 000 mètres cubes de sapin et d'épicéa. Ces arbres, malgré la diligence des agents forestiers et des marchands de bois, restèrent longtemps sur le sol où ils furent attaqués par divers insectes et champignons.

Il est probable que le bois des poteaux en question n'avait pas, au moment de l'emploi, ses qualités normales ; car on voit à la surface, de-ci de-là, des fossettes marquant les chambres de nymphose du *Pissodes piceæ*, qui s'attaque de préférence aux arbres dépérissants.

Ces poteaux, qui coûtent 50 francs chacun, ont de 25 à 30 centimètres de diamètre à la base avec une hauteur de 10 mètres environ.

Lorsqu'ils ont été mis en place ils étaient déjà habités soit par des œufs, soit par quelques larves d'*Ilyotrupes bajulus*.

J'ai décrit précédemment, ici même (1), avec assez de détails, les caractères, les mœurs et les dégâts de ce coléoptère longicorne, pour que je n'aie pas à y revenir ici.

Il n'y a qu'à signaler les points particuliers au cas qui nous occupe.

L'insecte parfait copule en juin. La ponte a lieu en juillet sous l'écorce des résineux morts, si l'insecte vit en forêt ; dans les anciennes galeries des larves, s'il vit dans les poutres des maisons.

(1) Voir l'article : « Préservation des bois contre la pourriture par le sol, les champignons et les insectes » (*Bulletin de la Société des sciences*, 1907, pp. 41-131).

Dans la seconde moitié de juillet les larves qui viennent d'éclore pénètrent profondément dans le bois, creusant des galeries irrégulières, aplaties tangentiellement, remplies de vermoulure, généralement dirigées suivant le fil du bois. Elles ont déjà atteint au mois d'août la moitié de leur dimension définitive qui est de 20 à 22 millimètres.

Le cycle évolutif est de deux ans, en général. L'insecte parfait, qui a le plus souvent 15 à 17 millimètres, apparaît en mai.

Quand ces larves sont installées dans une poutre de sapin, d'épicéa, de pin, elles y passent toute leur existence.

Les insectes parfaits eux-mêmes ne sortent pas pour copuler ; ils se fécondent dans le bois même, comme le font les vrillettes.

La femelle pond ses œufs dans le bois et les générations se succèdent ainsi, rongant de plus en plus l'intérieur de la poutre, mais respectant scrupuleusement la surface qui, restant intacte, donne une sécurité trompeuse.

La poutre est entièrement vermoulue et la toiture, par exemple, s'effondre sans qu'on se soit aperçu de rien.

Un seul trou de sortie est commun à une foule d'insectes parfaits, comme il est facile de s'en assurer sur les poteaux de la rue de Tomblaine.

Il est même probable que ces poteaux, lors de la mise en place, ne montraient pas de trous de sortie, sans quoi ils auraient été rebutés.

Ils ont été perforés depuis et en nombre insignifiant relativement à celui des larves.

On reconnaît aisément à la forme elliptique des galeries et des trous de sortie qu'ils sont dus à des longicornes, et la dimension renseigne de suite sur l'auteur du dégât.

Dans les poteaux qui viennent de s'effondrer à Nancy, une croûte ligneuse superficielle de 15 à 20 millimètres est peu attaquée ; mais au-dessous le tissu ligneux est complètement vermoulu, surtout sur une zone de 3 ou 4 centimètres ; les galeries s'entrecroisent, isolant de rares petits îlots de tissu ligneux.

Toute cette zone périphérique n'a aucune résistance.

Il n'y a qu'au centre que le bois reste à peu près indemne.

Le poteau se trouve réduit à des dimensions insuffisantes pour la charge qu'il a à soutenir et, à un moment donné, sans même que le vent intervienne, il s'effondre, faisant supporter à ses voi-

sins une surcharge à laquelle ceux-ci, également affaiblis, ne peuvent résister. Et tous s'abattent comme un château de cartes.

En examinant ces bois j'y ai trouvé :

- 1° De nombreuses larves d'*Hylotrupes bajulus* à des degrés de développement divers ;
- 2° Quelques insectes parfaits ;
- 3° Des parasites (petits ichneumonides).



Il eût été bien facile d'éviter ce petit désastre, qui entraîne des dépenses assez considérables et une interruption de service.

Il aurait suffi d'immerger ces poteaux, surtout la partie inférieure, dans un antiseptique reconnu efficace, comme le *Carbolineum avenarius*, par exemple, chauffé à 80° ou 100°. Les insectes et les champignons auraient été détruits ou, du moins, les insectes auraient fui. Le directeur de l'usine de la Compagnie générale d'électricité est bien résolu de traiter dorénavant les poteaux par ce procédé.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

LICHENS DE LA GRÈCE

Par MM. l'abbé J. HARMAND et R. MAIRE

INTRODUCTION

Les lichens qui font l'objet de ce fascicule ont été récoltés par M. R. MAIRE, lors de son voyage botanique de 1904, et par MM. R. MAIRE et M. PETITMENGIN, lors de leur voyage de 1906.

La plus grande partie de la Grèce étant constituée par des massifs calcaires, la majeure partie des récoltes a été faite sur des rochers calcaires, depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de 2 500 mètres. Un certain nombre d'espèces ont cependant été recueillies sur les schistes cristallins en Attique et en Thessalie, depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude d'environ 1 300 mètres.

De nombreuses espèces corticicoles ont été recueillies sur les troncs de divers arbres, en particulier sur les sapins (*Abies Cephalonica* var. *Apollinis*) et les hêtres (*Fagus silvatica*).

Enfin, quelques espèces recueillies par SARTORI nous ont été communiquées par M. V. TOUNDAS.

La majeure partie de ces espèces a été étudiée et déterminée par M. l'abbé HARMAND; d'autres l'ont été par M. BOULY DE LESDAIN.

Nous sommes heureux d'adresser ici nos meilleurs remerciements à MM. TOUNDAS et BOULY DE LESDAIN pour l'aide bienveillante qu'ils nous ont prêtée.

La flore lichénologique grecque a été peu étudiée jusqu'ici. Les seules publications intéressant ce sujet qui soient à notre connaissance sont les suivantes :

- 1831. FRIES, *Lichenologia Europæa reformata*, Lundæ.
- 1832. BORY DE SAINT-VINCENT, *Expédition scientifique en Morée*, t. III, 2^e partie, Lichens, pp. 301-306, Paris. (58 espèces, dont une nouvelle, *Parmelia contorta*.)
- 1838. CHAUBARD et BORY DE SAINT-VINCENT, *Nouvelle flore du Péloponèse et des Cyclades*, Paris.
- 1845. FRAAS, *Synopsis plantarum floræ classicæ*, München.
- 1850. SCHÆRER, *Enumeratio critica Lichenum Europæorum*, Bern.
- 1862. UNGER, FR., *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland und in den jonischen Inseln*, Wien. (152 espèces, dont une nouvelle : *Biatora Ungerii*.)
- 1868. *Specimen Floræ cryptogamicæ septem insularum, Leucadium, Corcyra, Ithaca, Cythera, Cephalonia, Paxo, editum juxta plantas Mazziarianas herbarii Heusleriani. Lichenes recensuit G. W. KOERBER*; Verhandl. d. K. K. zool.-bot. Ges. Wien, 1868, pp. 425-426. (49 espèces).
- 1894. STEINER, J., *Lichenes*, in HALACSY, *Beitrag zur Flora von Epirus*, Denkschrift. d. K. Akad. d. wiss. math. naturw. Classe, Bd 61, Wien; et in HALACSY, *Beitrag zur Flora von Thessalien*, *ibidem*; et in HALACSY, *Beitrag zur Flora von Achaia und Arkadien*, *ibidem*.
- 1898. STEINER, *Prodromus einer Flechtenflora des griechischen Festlandes*, Wien, Sitzungsberichte d. K. Akad. wiss. math. naturw. Classe, Bd CVII. Abt. I. (272 espèces.)

*
**

Les Lichens énumérés dans ce fascicule ont été classés, sauf quelques exceptions, d'après l'ouvrage de l'abbé HARMAND : *Catalogue descriptif des Lichens observés dans la Lorraine*.

Les conventions pour la transcription des noms grecs et l'indication des dates de récoltes sont celles indiquées dans le fascicule 1 des *Matériaux pour servir à l'étude de la flore et de la géographie botanique de l'Orient*.

Les numéros sont ceux de la collection recueillie en 1906, dont les étiquettes portent le titre suivant : « R. MAIRE et M. PETIT-MENGIN, *Mission botanique en Orient*, 1906. » Les quelques numé-

ros suivis de la date 1904 se rapportent à la collection qui porte le titre « R. MAIRE, *Mission botanique en Orient*, 1904 ».

Les lichens énumérés ci-dessous et provenant des sources indiquées plus haut constituent un total de 178 espèces, dont 89 non signalées par STEINER. Le total des espèces connues en Grèce jusqu'ici s'élève donc à 360 environ, et permet déjà quelques vues d'ensemble sur la flore lichénologique du pays.

On trouvera aussi dans l'énumération ci-dessous la description de quelques formes nouvelles.

REMARQUES PHYTOGÉOGRAPHIQUES

La dispersion des lichens est encore trop peu connue pour qu'on puisse donner des conclusions définitives sur la végétation lichénique de la Grèce, d'autant plus que les 360 espèces connues dans ce pays ne représentent qu'une portion de sa flore lichénologique.

Cependant les travaux de STEINER et nos récoltes permettent de formuler quelques remarques.

La flore saxicole des montagnes calcaires de Grèce est assez analogue à celle des Alpes calcaires. Quant aux montagnes siliceuses, elles ont été trop peu explorées dans leurs hautes régions pour qu'on en puisse dire quelque chose ; les parties basses et moyennes de certaines d'entre elles (Ossa et Pélion) présentent, autant qu'on peut en juger, une flore assez semblable à celle des basses montagnes siliceuses de l'Europe occidentale.

Un trait caractéristique de la végétation lichénique grecque, déjà constaté par STEINER, est la prédominance des lichens lécanorins sur les lécidéins.

En comparant les lichens de ces deux groupes énumérés par STEINER, on constate que les seconds sont dans la proportion de 80 % des premiers. Nos additions ne modifient guère cette proportion en l'élevant à 82 %.

Les lichens lécanorins dominent non seulement comme nombre d'espèces, mais comme nombre d'individus.

Les *Verrucaria* des sous-genres *Thelidium* et *Polyblastia*, très

répandus dans les Alpes, sont à peine représentés en Grèce où ils paraissent bien être, comme en Algérie, à leur limite méridionale.

STEINER insiste aussi sur l'absence des *Hymenelia* et *Jonaspis*, fréquents dans les Alpes calcaires méridionales, des *Ricasolia*, bien représentés en Dalmatie. Il remarque que l'absence de ces derniers tient peut-être à ce que la majeure partie des lichens étudiés par lui proviennent de hautes régions. Bien que nous ayons fait de nombreuses récoltes à de faibles altitudes, nous n'avons trouvé aucun *Ricasolia*, ce qui confirme leur rareté.

Le caractère méditerranéen de la flore lichénique grecque est accusé par la présence d'espèces telles que *Psorotichia numidella*, *Lecanora liparina*, *Lecanora gypsacea*, *Lecanora mutabilis*, *Lecanora albomarginata*, *Lecanora sulphurata*, *L. trachytica*, *L. platycarpa*, *L. australis*, *L. interfulgens*, *Urceolaria ocellata*, et des formes particulières d'espèces plus septentrionales (formes à croûte épaisse de *Lecanora circinata* et *subcircinata*, forme *flavesens* du *Lecanora atra*). L'influence de l'Asie occidentale est marquée par la présence de *Lecanora esculenta*.

Certaines de ces formes méditerranéennes montent jusque sur les hauts sommets, comme *Lecanora gypsacea* sur le Khelmos.

Les hauts sommets possèdent peu d'espèces arctico-alpines : on trouve cependant sur ceux du Parnasse le *Lecidea petrosa*. A signaler aussi comme formes alpines les *Collema multifidum* var. *compactum* et *Lecanora elegans* var. *compacta*.

La flore des hautes montagnes présente par contre des espèces des collines et basses montagnes de l'Europe moyenne, qui ne se retrouvent pas plus bas, comme *Cetraria islandica*, *Solorina saccata*, *Peltigera rufescens*, etc.

Les espèces calcifuges sont assez nombreuses sur les schistes cristallins, les schistes, les limonites, le hornstein, le quartz, les grès du flysch, les tufs ophitiques, les serpentines, etc. ; mais elles se trouvent le plus souvent à l'état disséminé, sauf sur les schistes cristallins de l'Ossa et du Pélion, qui possèdent une végétation réellement calcifuge dans son ensemble.

Les espèces corticicoles sont, en général, les mêmes que dans l'Europe moyenne.

COLLEMACÆ Nyl.

Collemæ Hue

COLLEMA Hill.

1. *C. multifidum* Schær. Enum. 254.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, dans les touffes de mousses, 1 100 mètres, 12/7, n° 2577.

Épire : rochers calcaires au-dessus de Theodhoriana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2747.

Var. *complicatum* Schær. l. c.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires vers 1 900-2 000 mètres, dans les touffes de mousses, 26/7, n° 2571.

2. **C. pulposum* Ach. L. U. 632.

Phthiotide : mont Œta, roches calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2893.

3. *C. granosum* Schær. Enum. 253.

Laconie : mont Taygète, sur la terre schisteuse dans les forêts de *Pinus laricio* au haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n°s 2822, 2823.

4. **C. tenax* Ach. L. U. 635.

Corinthie : sur la terre schisteuse des forêts de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2761.

Phocide : sur la terre calcaire à Delphes, 500-600 mètres, 18/7, n° 2828.

Achaïe : mont Khelmos, sur l'humus dans les fissures des rochers calcaires, 2 200 mètres, 12/8, n° 2872.

Élide : sur la terre argilo-calcaire à Olympie, 27/10, n° 999 (1904).

Thessalie : sur la terre calcaire au-dessus de Khaliki, 1 300 mètres, 14/9, n° 2862.

5. **C. hydrocharum* Ach. L. U. 643.

Phocide : mont Ghiona, sur la terre calcaire dans l'étage alpin, 2 200-2 502 mètres, 26/7, n° 2710.

6. *C. furvum* Ach. L. U. 550.

Phocide : mont Ghiona, dans les touffes de mousses sur les rochers calcaires subalpins, 1 850-2 000 mètres, 27/10, n° 2571.

7. *Collema cristatum* Hoffm. Deutschl. Fl. II, p. 101.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000 mètres, 12/8, n° 2852.

8. *Collema nigrescens* Ach. L. U. 646.

Phocide : mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies*, à 1 200 mètres, 20/7, n° 2701.

Achaïe : mont Khelmos, sur les troncs d'*Abies*, 1 600-1 700 mètres, 14/8, n° 2791.

Var. **furfuraceum* Schær. Enum. 252.

Leucade : sur les troncs d'*Olea europæa*, 14/7, n° 2846.

Laconie : sur un tronc de *Morus nigra*, près du monastère d'Agius Gholas, 800 mètres, 23/8, n° 2763.

Thessalie : sur un tronc de *Cupressus*, à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2793.

9. **C. flaccidum* Ach. Syn. 322.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2147.

Phocide : mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies*, 1 200 mètres, 20/7, n° 2702.

10. **C. omphalarioides* Harm. Lich. Fr. Append. p. 129.

Leucade : troncs d'*Olea*, 14/7, n° 2847.

LEPTOGIUM Ach.

**L. chloromelum* Nyl. Syn. I. 128.

Épire : Kalendini, sur les troncs de *Carpinus duinensis*, 19/9, n° 2832.

**L. palmatum* Mont. Canar. 128.

Thessalie : Zagora, parmi les mousses sur les rochers de schistes cristallins, 500 mètres, 14/10, n° 2842.

**L. Scotinum* Fr. Scan. p. 293, *pro parte* ; var. *sinuatum* Harm. Lich. Fr. 114.

Phocide : mont Ghiona, touffes de mousses sur les rochers calcaires subalpins, 1 800-2 000 mètres, 27/10, n° 2571.

*Var. *lacerum* Harm. l. c. 115.

Thessalie : sur la terre schisteuse à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2842.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Kata-vothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2572.

Phocide : mont Parnasse, sur la terre calcaire, 1 200 mètres, 19/7, n° 2385.

Laconie : sur la terre schisteuse dans les forêts de pins en haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, n° 2832.

Var. *pulvinatum* Nyl. Syn. I. 122.

Phocide : mont Parnasse, sur la terre calcaire à 1 200 mètres, 19/7, n° 2385. — Mont Ghiona, rochers calcaires vers 2 300 mètres, 26/7, n° 2844.

OMPHALARIA Dur. et Mont.

**O. pulvinata* (Schær.) Nyl. Lich. Alg. 320.

Phocide : mont Ghiona, terre et rochers calcaires vers 2 300 mètres, 26/7, n° 2710. (*Det.* BOULY DE LESDAIN.)

LICHENACEÆ Nyl.

Gymnocarpeæ Wain.

Coniocarpeæ Wain.

CALICIEÆ Nyl.

CALICIUM Pers.

**C. salicinum* Pers. in Ust. Ann. Bot. I. p. 20, t. III, f. 3.

Phthiotide : mont Ceta, sur bois pourri de *Prunus pseudo-armeniaca*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2757.

CYCLOCARPEÆ Wain.

Cladoniæ Nyl.

CLADONIA Hill.

**C. papillaria* Hoffm. Deutschl. Fl. II. 117.

Form. *papillosa* Fr. in Wallr. Naturgesch. Säulch.-Flecht. p. 172.

Thessalie : mont Pélion, sur la terre schisteuse dans les hêtraies, 1 000-1 200 mètres, 14/10, n° 2171.

Laconie : sur la terre schisteuse dans les forêts de *Pinus laricio* au haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n° 2824.

C. furcata Schrad. Spic. Fl. Germ. 107.

Var. **racemosa** Floerke, Comm. 152.

Thessalie : mont Ossa, hêtraies vers 1 200 mètres, sur le sol schisteux, 18/10, n° 2243.

Argolide : Nauplie (SARTORI).

*Var. **corymbosa** Nyl. Herb. Mus. Fenn.

Thessalie : mont Pélion, hêtraies vers 1 200 mètres, sur la terre schisteuse, parmi les mousses, 15/10, n° 2172.

C. rangiformis Hoffm. Deutschl. Fl. II. 114.

Laconie : mont Taygète, sur la terre calcaire dans les forêts de pins, 1 000 mètres, 21/10, n° 988 (1904).

Form. **pungens** Wain. Mon. Clad. I. 361.

Attique (SARTORI).

Thessalie : chaîne du Pinde, sur la terre calcaire près du monastère de Lepenitsa, 1 200 mètres, 16/9, n° 1905. — Sur la terre schisteuse dans les châtaigneraies à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2705.

Épire : forêts de *Quercus Ilex* entre Vourgareli et Kalendini, sur les grès du flysch, 300-400 mètres, 19/9, n° 2890.

* **C. delicata** Flörke, Comm. 7.

Thessalie : sur l'écorce d'un tronc de *Castanea*, à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2865 (thalle seul).

C. pyxidata Fr. Nov. Sched. crit. 21.

Var. **neglecta** Mass. Sched. crit. 82.

Thessalie : chaîne du Pinde, sur la terre calcaire près du monastère de Lepenitsa, 1 200 mètres, 16/9, n° 1905.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 200-2 400 mètres, 20/7, n° 2574, 2576.

Phthiotide : mont Cēta, pelousés sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n° 2712.

Étolie : sur les grès du flysch dans les maquis de la rive gauche de l'Aspropotamos, en face de Stratos, 100 mètres, 53/9, n° 2870.

Laconie : mont Taygète, sur la terre schisteuse dans les forêts de pins en haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n° 2905.

Var. *pocillum* Flot. Linnæa, 19.

Thessalie : mont Ossa, sur la terre schisteuse vers 1 200 mètres, 18/10, n° 2244.

Phocide : mont Ghiona, fissures des rochers calcaires, de 2 000 à 2 512 mètres, 26/7, n°s 2844, 2882.

*Var. *chlorophæa* Spreng. Linn. Syst. Veg. IV. 273.

Thessalie : mont Pélion, rochers de micaschistes dans les hêtraies, 1 200 mètres, 14/10, n° 2162.

*C. *fimbriata* Fr. L. E. 222.

Laconie : mont Taygète, sur la terre schisteuse dans les forêts de pins en haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n° 2905.

C. *foliacea* Schær. Spicil. 294.

Var. *alcicornis* Schær. *l. c.*

Thessalie : sur la terre calcaire près du monastère de Lepenitsa dans le Pinde, 1 200 mètres, 16/9, n° 1906.

Var. *convoluta* Wain. Mon. Clad. II. 394.

Attique (SARTORI).

USNEEÆ Nyl.

USNEA Dill.

U. *mollis* Stirt. On Gen. Usn. p. 11.

(Stratum myelohyphicum K lutescens).

Épire : sur les troncs de *Sorbus torminalis* au bord du Sarandaporos entre Kalendini et Vourgareli, 400 mètres, 20/9, n° 2527.

U. *dasypoga* Nyl. in Lamy, Catal. Lich. Mont-Dore, p. 25.

Var. *plicata* Hue Lich. Extra-Europ. in Nouv. Arch. Mus. Ser. IV. t. 1. p. 47.

Thessalie : mont Oxya au-dessus de Khaliki, sur les troncs de *Fagus*, 1 600 mètres, n° 1799.

U. *articulata* Hoffm. Deutschl. Fl. II. 133.

Phthiotide : mont Ceta, troncs d'*Abies*, 1 400 mètres, 29/7, n° 2863.

Phocide : mont Parnasse, troncs d'*Abies*, 1 600 mètres, 6/8, n° 205 (1904).

Ramalineæ Hue.

RAMALINA Ach.

R. calicaris Fr. Lich. Suec. exs. n° 72.

Acarmanie : sur les troncs de divers arbres près du monastère de Romvo, 12/7, n° 2706.

**R. fraxinea* Ach. L. U. 602.Acarmanie : sur un tronc de *Cratægus orientalis* près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2779.*Alëctoriæ* Hue.*A. implexa* Nyl. in Hue, Add. n° 266.Phocide : mont Parnasse, troncs d'*Abies*, 1 600 mètres, 6/8, n°s 194, 205, 1032 (1904).Corinthie : mont Ziria, sur les troncs de *Pinus nigra* à Phlambouritsa, 1 400 mètres, 8/8, n° 482.*A. jubata* Ach.Phocide : mont Parnasse, avec le précédent, n° 205 (1904).
— Mont Ghiona, sur les troncs d'*Abies*, 1 400 mètres, 10/8, n° 1018 (1904).

ANAPTYCHIA Krb.

A. ciliaris Mass. Mem. Lichenogr. (1853), p. 35.Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 14/10, n° 2157.Phocide : mont Parnasse, troncs de *Juniperus fœtidissima* près de l'Antre Corycien, 1 300 mètres, 6/8, n° 208 (1904).Corinthie : sur les troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2759.*Cetrariæ* Hue.

CETRARIA Ach.

**C. islandica* Ach.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires exposés au nord sur le sommet dit Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 199 (1904).

Everniæ Nyl.

EVERNIA Nyl.

E. prunastri Ach. L. U. 442.

Attique (SARTORI).

E. furfuracea Fr. Lich. Eur. 26.

Phocide : mont Parnasse, troncs d'*Abies*, 1 600 mètres, 6/8, n° 194 (1904).

E. divaricata Ach. Lich. Univ. 442.

Phocide : avec le précédent, n° 205 (1904). — Mont Ghiona, troncs d'*Abies*, 1 500 mètres, 10/8, n° 1029 (1904).

Parmeliæ Nyl.

PARMELIA Ach.

P. conspersa Ach. Meth. 205.

Phocide : blocs de limonite sur le plateau du Livadhi, sur le Parnasse, 1 100 mètres, 19/7, n° 2715, 2866, 2867, 2860.

Attique : rochers de schistes cristallins au pied du mont Hymette, à Kaisariani, 6/7, n° 2821.

Thessalie : Kalabaka, sur les cailloux siliceux des rochers de conglomérat aux Météores, 150-400 mètres, 9/9, n° 2728.

***P. tiliacea** Ach. Meth. 215.

Leucade, sur les troncs d'*Olea*, 14/7, n° 2751.

Var. *scortea* Mér. Nouv. Fl. I. p. 393.

Phthiotide : mont (Eta, sur troncs de *Prunus pseudoarmeniaca*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2755.

P. acetabulum Duby, Bot. Gall. II. 691.

Phthiotide : mont (Eta, avec le précédent, n° 2754.

P. proluxa Nyl. Scand. 102.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2580, 2581.

Phocide : mont Parnasse, blocs de limonite sur le plateau du Livadhi, 1 100-1 200 mètres, 18/7, n° 2728, 2837 (avec *P. conspersa*).

***P. perrugata** Nyl. in Flora, 1885, p. 295.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les hêtraies, 1 200 mètres, 14/10, n° 2158.

*subsp. *Petitmenginii* Harm.

Thallus fusco-ochraceus, adus pallidior, opacus, med. K + flavus mox sanguineus, Ca Cl —, irregulariter laciniatus, lobis

*ad peripheriam crenato-lobatis, scrobiculato-plicatus, præsertim in parte centrale : infra niger ad apicem vero brunnescens, usque ad marginem sat crebre rhizinosus, rhizinis nigro-fuscis sat brevibus. In cortice superiore brunneo, 9-12 μ . lato, hyphæ superficiei perpendiculares reteque maculis parvis inæqualibus formantes; medulla $\pm$ 155 μ . lata; cortex inferior nigro-brunneus, 24 — 33 μ . latus, hyphis superficiei perpendiculis rete maculis fere æqualibus formantibus. Apothecia..... Spermatia cylindrica, recta, 5-6 $\times$ 0,7 μ . — Facie *P. perrugata* persimilis.*

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n° 2797.

OBSERVATIONS. — Le thalle de cc *Parmelia* porte très souvent le *Lecidea Parmeliarum*.

Le *P. Petitmenginii* est dédié à la mémoire de notre infortuné collaborateur et ami M. PETITMENGIN, enlevé prématurément à la science en octobre 1908.

**P. fuliginosa* Nyl. in Flora, 1868, p. 346.

Var. *lætevirens* Nyl. in Flora, 1883, p. 532.

Phthiotide : mont Œta, troncs d'*Abies* au lieu dit Veloukhi, 1500 mètres, 29/7, n°s 2876, 2877, 2878.

* *P. saxatilis* Fr.

Form. *furfuracea* Schær.

Phocide : mont Ghiona, troncs d'*Abies*, 1500 mètres, 10/8, n° 1002 (1904).

**P. sulcata* Tayl.

Phocide : mont Ghiona, avec le précédent, n° 1002 (1904).

Physciæ.

PHYSICIA Schreb.

Subgen. *Xanthoria* Fr.

Ph. parietina Nyl. Prodr. 60.

Phocide : mont Parnasse, sur les troncs de *Juniperus fœtidissima* près de l'Antre Corycien, 1300 mètres, 5/8, n° 1080 (1904).

Form. *ectanea* Ach. L. U. 464.

Laconie : rochers calcaires à Mistra, 300 mètres, 21/8, n° 2907.

***Ph. ulophylla** Nyl.

Phthiotide : mont Œta, sur troncs de *Prunus pseudoarmeniaca*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2754.

Subgen. *Euphyscia* Th. Fr.

Ph. pulverulenta Fr. L. E. 79.

Var. *muscigena* Nyl. Syn. I. 420.

Phocide : mont Ghiona, rochers de tuf ophitique à Karvouni, 1 800 mètres, 27/7, n° 2776.

***Ph. pityrea** Lamy, mont Dore, n° 187.

Phthiotide : mont Œta, sur tronc de *Prunus pseudoarmeniaca*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2754. — *Ibidem*, sur tronc d'*Abies*, n°s 2877, 2878.

Ph. stellaris Nyl. Prodr. 307.

Thessalie : mont Pélion, sur un tronc de *Cupressus* à Zagora, 500 mètres, 14/10, n°s 2792, 2794, 2795.

Phthiotide : mont Œta, sur tronc de *Prunus pseudoarmeniaca*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2755.

Corinthie : mont Ziria, troncs d'*Abies* à 1 700 mètres, 9/8, n°s 2885, 2887.

Laconie : mont Taygète, troncs d'*Abies* à Boliana, 1 000 mètres, 21/10, n° 981 (1904).

Ph. aipolia Nyl. in Flora, 1870, p. 38.

Corinthie : mont Ziria, troncs d'*Abies*, 1 700 mètres, 9/8, n° 2884. — Troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 10/8, n° 2760.

Laconie : mont Taygète, sur un tronc de *Morus nigra*, près du monastère d'Agios Gholas, 800 mètres, 23/8, n° 2765.

Ph. albinea Nyl. in Flora, 1874, p. 306.

Phocide : mont Ghiona, dans les touffes de mousses sur les rochers calcaires vers 2 100 mètres, 27/7, n° 2570.

***Ph. ascendens** Bitter in Variabil. einig. Laubflecht. p. 431.

Phthiotide : mont Œta, troncs d'*Abies* au lieu dit Veloukhi, 1 500 mètres, 29/7, n°s 2876, 2878.

Ph. obscura Nyl.

Phocide : mont Parnasse, sur tronc de *Juniperus foetidissima* près de l'Antre Corycien, 1 300 mètres, 5/8, n° 1033 (1904).

Peltigereæ

SOLORINA Ach.

**S. saccata* Ach. L. U. 149.

Phocide : mont Parnasse, sur l'humus dans les fissures des rochers calcaires exposés au N., sur le sommet dit Trypios-Vrakhos, 2 400 mètres, 20/7, n° 2573.

PELTIGERA Willd.

P. canina Hoffm.

Phocide : mont Parnasse, sur l'humus dans les fissures des rochers calcaires sur le versant N. du sommet dit Kotrona, 2 300-2 400 mètres, 6/8, n° 221 (1904).

Laconie : mont Taygète, sur la terre calcaire dans les forêts de conifères à Boliana, 1 000 mètres, 24/10, n° 983 (1904).

P. rufescens Hoffm. Deutschl. Fl. II. 107.

Phthiotide : mont Ceta, pelouses sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n° 2711.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires vers 2 000-2 200 mètres, 27/7, n° 2844. — Mont Parnasse, sur l'humus dans les fentes des rochers calcaires vers 2 300 mètres, 20/7, n° 2896.

Achaïe : mont Khelmos, sur l'humus dans les fissures des rochers calcaires, 2 200 mètres, 12/8, n° 2873.

**P. horizontalis* Hoffm. Deutschl. Fl. II. 107.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les châtaigneraies de Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2704.

**P. aphthosa* Ach. L. U. 516.

Thessalie : mont Ossa, rochers de schistes cristallins dans les hêtraies, 1 200 mètres, 18/10, n° 2713.

**P. polydactyla* Hoffm.

Laconie : mont Taygète, sur les rochers et la terre calcaires dans les forêts de conifères à Boliana, 1 000 mètres, 24/10, n° 984 (1904).

NEPHROMIUM Nyl.

**N. lusitanicum* Nyl. Pyr. Or. p. 31.

Thessalie : rochers de schistes cristallins à Tsagezi, 8/9, n° 2738. — Troncs de *Castanea* à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2716.

Corinthie : troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Phencos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2759.

Laconie : mont Taygète, sur les couches d'*Abies* et de *Pinus* à Boliana, 1 000 mètres, 24/10, n° 985 (1904). — *Ibidem*, sur la terre schisteuse dans les forêts de pins au haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n° 2823.

**N. lævigatum* Nyl.

Laconie : souches d'*Abies* et de *Pinus* sur le Taygète, à Boliana, 1 000 mètres, 24/10, n°s 986, 987 (1904).

Stictææ

LOBARIA Schreb.

L. pulmonacea Nyl. in Flora, 1887, p. 233.

Phocide : mont Parnasse (Sartori). — Mont Ghiona, sur les troncs d'*Abies* à Platylithos, 1 400 mètres, 10/8, n° 1001 (1904).

Pannariææ

PANNARIA Del.

**P. leucosticta* Nyl. Syn. I. 34.

Leucade : troncs d'*Olea*, 14/7, n° 2845.

Lecano-Lecideææ

LECANORINÆ

LECANORA Ach. *pro parte*.

Subgen. *Placodium*.

L. elegans Nyl. in Flora, 1883, p. 105.

Var. *compacta* Arn. in Flora, 1881, p. 306.

Acarnanie : rochers calcaires du mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2899.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires vers 2 100 mètres, 8/8, n° 2709.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000-2 300 mètres, 12/8, n° 2856.

**L. granulosa* Hepp. Flecht. Europ. n° 908.

Phthiotide : mont Oeta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n°s 2588, 2591.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000-2 300 mètres, 12/8, n° 2745.

L. lobulata Sommerf. Suppl. p. 87.

Corinthie : rochers schisteux sur l'Acrocorinthe, 6/8, n° 2841.

L. murorum Nyl. in Flora, 1883, p. 106.

Phthiotide : mont Œta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1500 mètres, 29/7, n°s 2586, 2591.

L. aurantiæ Hue, Lich. Aix-les-Bains, p. 17.

Attique : sur les marbres de l'Hymette au-dessus de Kaisariani, 6/7, n° 2768.

L. hepiana Hue, Lich. Aix-les-Bains, p. 18.

Leucade : rochers calcaires maritimes près du cap Tsouana, 14/7, n° 2809.

***L. fulgens** Ach. L. U. 437.

Attique : Athènes, terre et rocaïlles calcaires derrière la colline du Stade, octobre, n° 2034.

Épire : rochers calcaires à Theodhorigiana, 1000 mètres, 18/9, n° 2748.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1100 mètres, 12/7, n°s 2771, 2772, 2773.

***L. incrustans** Ach. Syn. 174.

Thessalie : sur la terre calcaire au-dessus de Khaliki, 1300 mètres, 14/9, n° 2862.

***L. xantholyta** Nyl. in Flora, 1872, p. 361.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1100 mètres, 12/7, n° 2799.

Subgen. *Callopisma* D. N. pro parte.

L. aurantiaca Ach. Vet. Akad. Handl. p. 148.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1100 mètres, 12/7, n° 2881.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires vers 2200 mètres, 27/7, n° 2910.

Attique : rochers schisteux au pied de l'Hymette, près de Kaisariani, 6/7, n° 2861.

Laconie : sur un tronc de *Morus nigra*, près du monastère d'Agios Gholas, sur le Taygète, 800 mètres, 23/8, n° 2765.

Var. ochracea Nyl. Algér. p. 325.

Acaruanié : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100, 12/7, n° 2820.

L. cerina Ach. Vet. Akad. Handl. p. 144:

Phthiotide : mont Oeta, sur branches mortes de *Juniperus communis*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2826.

Corinthie : sur les troncs d'*Abies* du mont Ziria, 1 700 mètres, 8/8, n° 2888.

Phocide : mont Parnasse, sur un tronc de *Juniperus foetidissima* près de l'Antre Corycien, 1 300 mètres, 5/8, n° 1079 (1904).

***Var. hæmatites** Harms. Cat. Lich. Lorr. p. 269:

Phthiotide : mont Oeta, sur les branches mortes de *Juniperus communis*, 1 500 mètres, 29/7 ; et sur les troncs d'*Ornus* dans le ravin dit Arkoudhorevma, 1 000 mètres, 28/7, nos 2826, 2788.

Corinthie : mont Ziria, sur les troncs d'*Abies* à 1 800 mètres, 8/8, nos 2885, 2886, 2887, 2889:

L. pyracea Nyl. Scand. 145.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n° 2809.

Attique : mont Hymette, rochers de marbre au-dessus de Kaisariani, 500 mètres, 6/7, n° 2768:

Corinthie : mont Ziria, sur les troncs d'*Abies*, 1 700 mètres, 9/8, n° 2889.

L. ferruginea Nyl. Prodr. 76.

Var. nigricans Th. Fr. Scand. 184:

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n° 2803.

***L. cæsiarufa** Ach. Prodr. 45.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les hêtraies, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2159.

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près du monastère de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n° 2579.

L. lactea Arn. Jura, n° 132.

Leucade : rochers calcaires maritimes au cap Tsouana, 14/7, n° 2803.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires dans la vallée du Styx, vers 1 500 mètres, 13/8, n° 2741.

L. variabilis Ach. L. U. 369.

Phthiotide : mont Eta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2513, 2718.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 1 700-2 300 mètres, 8/8, n° 2703, 2783, 2785, 2802.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires vers 2 200 mètres, 12/8, n° 2857.

Var. *subimmersa* Nyl. in Flora, 1868, p. 164.

Attique : mont Hymette, sur les rochers de marbre au-dessus de Kaisariani, 500 mètres, 6/7, n° 2582, 2859.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires vers 2 400 mètres, 20/7, n° 2775. — Mont Ghiona, rochers calcaires, 2 200-2 300 mètres, 26/7, n° 2901.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2836.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 2 200 mètres, 8/8, n° 2714, 2802.

**L. liparina* Nyl. in Fl. 1876, p. 305.

Laconie : rochers calcaires à Mistra, 300-400 mètres, 20/8, n° 2908.

**L. rupestris* Scop. Fl. Carn. II. 364.

Var. *calva* Schær. Enum. 146.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2730, 2771.

Var. *incrustans* Schær. Enum. 146.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires vers 2 100 mètres, 9/8, n° 2708.

Subgen. *Candelaria* Nyl.

L. vitellina Nyl. Lapp. Or. 130.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1 200 mètres, 14/10, n° 2733.

Phocide : mont Ghiona, sur des rocailles de tuf ophitique, 1 850 mètres, 27/7, n° 2776, 2875.

L. fusco-atra Nyl. Pyr. Or. 6.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n° 2803, 2805.

***L. epixantha** Nyl. Lapp. Or. 127.

Phthiotide : mont (Eta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2718.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000-2 300 mètres, 12/8, n° 2839.

Corinthe : mont Ziria, rochers calcaires vers 2 200 mètres, 8/8, n° 2714.

Subgen. *Rinodina* Ach.**L. exigua** Nyl. in Flora, 1874, p. 307.

Achaïe : vallée du Styx, sur les troncs d'*Acer reginae-Amalie*, vers 1 500-1 700 mètres, 13/8, n°s 2722, 2723.

L. Bischoffii Lamy, Lich. Gauterets et Lourdes, p. 48.

Achaïe : vallée du Styx, rochers calcaires vers 1 500 mètres, 13/8, n° 2741.

Var. *immersa* Koerb. Par. p. 75.

Acarnanie : rochers calcaires de la gorge dite Glosses près Mytikas, 50 mètres, 10/7, n°s 2818, 2819. — Rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2835.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires vers 2 300 mètres, 20/7, n° 2585.

***L. sophodes** Ach. L. U. 37 (α).

Phthiotide : mont (Eta, ravin dit Arkoudhorevma, sur tronç d'*Ornus*, 1 000 mètres, 28/7, n° 2788.

Achaïe : vallée du Styx, sur troncs d'*Acer reginae-Amalie*, 1 500-1 600 mètres, 13/8, n° 2720.

***L. subconfragosa** Nyl. Pyr. Or. p. 20.

Phthiotide : mont (Eta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2591.

Subgen. *Squaynaria* D. C.**L. crassa** Ach. L. U. 413.

Épire : rochers calcaires et schisteux au-dessus de Theodhorigiana, 1 000 mètres, 18/9, n°s 2746, 2748.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2801.

Thessalie : Kalabaka, rochers de conglomérat près du monastère d'Agios Stephanos, 400-500 mètres, 9/9, n° 2726.

Achaïe : mont Khelmos, terre et rochers calcaires vers 2 200 mètres, 12/8, n° 2780.

Laconie : sur la terre calcaire à Boliana dans le Taygète, 1 000 mètres, 21/10, n° 980 (1904).

**L. gypsacea* Ach. L. U. 410.

Achaïe : mont Khelmos, terre et rochers calcaires, 2 200-2 300 mètres, 12/8, n° 2780.

L. subsulphurata (Stein.) Harmand. — *L. muralis* Schær. var. *versicolor* Pers. form. *subsulphurata* Stein. in Halácsy, Beitr. z. Fl. von Epirus, p. 263.

Thallus orbicularis, circa 2 cm. latus, lobatus, substrato adpressus, lobis planiusculis, apice lobulatis, ad 1 mm. latis, contiguus, pallide sulfureis, maxima parte pruinosis, K —, KCaCl et CaCl flavescens. Apothecia sessilia, ad 1,5 mm. lata, margine tumidulo primum prominente, demum discum subæquante vel evanescente, disco fusco vel fuscescente-ochraceo; hypothecium incolor; epithecium granuloso-inspersum, subincolor; paraphyses capitatae, articulatæ et ramosæ; hymenium 1 + cærulescens; sporæ ovoides, 10 × 4,5 µ. Pycnoconidia 28-35 µ. longa, arcuata vel subflexuosa.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires vers 2 250 mètres, 12/8, n°s 2838; 2839, 2840.

**L. saxicola* Stenh. Sched. Crit. 12.

Thessalie : rochers de conglomérat aux Météores, au-dessus de Kalabaka, 150-400 mètres, 9/9, n° 2726.

Var. *albopulverulenta* Schær. Énum. 67.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2898.

Var. *diffRACTA* Harm. Lich. Lorr. 287.

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n°s 2737, 2777.

SUBGEN. *Eulecanora*.Groupe du *L. subfusca*.**L. dispersa** Flk. Deutschl. Fl. II. 4.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires, 1 500 mètres, 29/7, n° 2718.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2800.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n°s 2804, 2807.

L. crenulata Nyl. in Flora, 1872, p. 250.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2586.

L. subfusca Ach. L. U. 393.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1 200 mètres, 14/10, n°s 2168, 2733.

Phthiotide : mont Ceta, sur branches mortes de *Juniperus communis*, 1 500 mètres, 29/7, n° 2826.

Var. glabrata Ach. Meth. 159.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2167.

Attique : Marousi, sur cônes de *Pinus halepensis*, 300 mètres, 31/10, n° 989 (1904).

***Var. chlarona** Nyl.

Thessalie : sur troncs de *Castanea* à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2827.

Corinthe : sur troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2760.

***L. coilocarpa** Nyl.

Corinthe : mont Ziria, troncs d'*Abies* à 1 700 mètres, 8/8, n°s 2885, 2888.

L. angulosa Ach. L. U. 364.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2733.

Corinthe : sur troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2760.

Achaïe : vallée du Styx, troncs d'*Acer reginæ-Amaliæ*, 1 500-1 600 mètres, 13/8, n^{os} 2721, 2722, 2723.

***L. varia** Ach. L. U. 377 (α et β).

Phthiotide : mont Œta, rochers calcaires de la grande Katavothira, 1 500 mètres, sur le thalle d'*Endocarpon miniatum*, 29/7, n^o 2892.

L. polytropa Th. Fr. Arct. 110.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n^o 2803.

Phocide : mont Ghiona, rocailles de tuf ophitique vers 1 850 mètres, 26/7, n^o 2874.

***L. conizæa** Nyl. in Flora, 1872, p. 249.

Form. **strobilina** Ach. L. U. 374:

Attique : Marousi, sur cônes de *Pinus halepensis*, 31/10, n^o 989 (1904).

L. Hageni Ach. L. U. 367 (*forma saxicola*).

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n^o 2804.

***L. umbrina** Nyl. Scand. 162.

Var. **cyanescens** Nyl. *ibidem*:

Corinthe : mont Ziria, troncs d'*Abies*, 1 700 mètres, 8/8, n^{os} 2885, 2886, 2887.

***L. smaragdophora** Harm., *sp. nov.*

Thallus sat tenuis, albidus, irregulariter areolatus, areolis tumidulis, K — KCaCl —. *Apothecia plana, disco pallido vel sæpius pulchre prasino, margine subintegro vel crenulato; hypothecium incolor; epithecium subobscurum; paraphyses coadunatæ, vix visibiles; asci elongato-claviformes; ascospore 8, ovoïdæ vel subglobosæ, 8,5—9×5,5µ. Hymenium l cærulescens.*

Corinthe : mont Ziria, bergeries de Tsapournia, troncs d'*Abies*, 1 700 mètres, 8/8, n^o 2885.

OBSERVATIONS. — Cette espèce est voisine de *L. expallens* var. *smaragdocarpa* Nyl., mais elle s'en distingue nettement par le thalle entier et non lépreux-pulvérulent.

L. atra Ach. L. U. 344 (*excl. var.*).

Attique : mont Hymette, marbre et schistes cristallins près de Kaisariani, 300-500 mètres, 6/7, n^{os} 2767, 2777.

Form. *flavescens* Harm. Cat. Lich. Lorr. 307.

Thallo effigurato, hypothallo nigro-cæruleo visibili.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n^{os} 2799, 2800.

Groupe du *L. tartarea* Ach.

***L. Upsaliensis** Nyl. *in* Flora, 1881, p. 454.

Laconie : mont Taygète, sur les troncs de *Pinus laricio*, au haut de la Langadha de Trypi, 1 000 mètres, 25/10, n^o 2816.

Groupe du *L. alphoplaca* Ach.

L. circinata Ach. L. U. 425.

Phthiotide : mont Oëta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n^o 2717.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n^o 2808.

L. subcircinata Nyl. *in* Flora, 1873, p. 18 (*nota.*)

Forma ad L. Melanaspidem Nyl. *l. c.* *vergens.*

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000-2 300 mètres, 12/8, n^o 2744.

Groupe du *L. cinerea* Sommerf.

L. intermutans Nyl. *in* Flora, 1872, p. 354.

Phocide : mont Parnasse, blocs de limonite sur le plateau du Livadhi, 1 100-1 200 mètres, 19/7, n^{os} 2715, 2860, 2866.

OBSERVATIONS. — Spores immatures, ce qui rend la détermination un peu douteuse.

***L. gibbosa** Nyl. Pyr. Or. p. 54 (*nota.*)

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les hêtraies, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n^o 2160.

L. cupreoatra Nyl. *in* Flora, 1866, p. 417.

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n^o 2777.

L. calcarea Sommerf. Suppl. p. 102.

Phthiotide : mont Œta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2596.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires des sommets, 2 300-2 400 mètres, 20/7, n° 2778. — Mont Ghiona, rocailles de tuf ophitique aux bergeries de Karvouni, 1 850-1 900 mètres, 26/7, n°s 2874, 2875.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2906.

Attique : mont Hymette, sur les marbres et les schistes cristallins près de Kaisariani, 300-500 mètres, 6/7, n°s 2584, 2778, 2787, 2859.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 000 mètres, 12/8, n° 2745.

Var. *concreta* Schær. Enum. 91.

Forma *opegraphoides* D. C.

Phocide : mont Ghiona, rocailles de tuf ophitique, 1 850 mètres, 26/7, n° 2874.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2834.

Attique : mont Hymette, sur le marbre au-dessus de Kaisariani, 500 mètres, 6/7, n° 2583.

Var. *contorta* Harm. Lich. Lorr. 313.

Phthiotide : mont Œta, avec le type, n° 2588.

Var. *Hoffmanni* Harm. l. c. 314.

Avec la variété précédente, n°s 2594, 2719.

L. farinosa Nyl. in Flora, 1878, p. 248.

Phthiotide : mont Œta, avec l'espèce précédente, n° 2592.

**L. mutabilis* Nyl. Lich. Algér. 324.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2733.

Groupe du *L. cervina* Ach.

L. glaucocarpa Ach. L. U. 410.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 2 100-2 300 mètres, 8/8, n° 2707.

Groupe du *L. erysibe* Nyl.**L. erysibe** Nyl. Not. Sällsk.

Phthiotide : mont Œta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1500 mètres, 29/7, n° 2717.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires vers 1700 mètres, 9/8, n° 2703.

Laconie : sur le mortier calcaire des murs du monastère de Zerbitsa, 400 mètres, 23/8, n° 2850.

PERTUSARINÆ

PERTUSARIA D. C.

P. communis D. C. Fl. Fr. II. 320.

Thessalie : mont Pélion, sur troncs de *Fagus*, 1100-1200 mètres, 14/10, n° 2733.

Acarmanie : sur troncs de *Pinus amygdalifolia* au Livadhi au-dessus de Mytikas, 800 mètres, 11/7, n° 2781.

***P. isidioidea** Nyl. in Flora, 1874, p. 311 (*nota*).

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n° 2737.

P. Wulfenii D. C. Fl. Fr. II. 320.

Épire : Kalendini, troncs de *Carpinus duinensis* sur le chemin de Vourgareli, 300-400 mètres, 18/9, n° 2831.

Acarmanie : troncs de *Pinus amygdalifolia* sur le plateau du Livadhi au-dessus de Mytikas, 800 mètres, 11/7, n° 2781.

Leucade : troncs d'*Olea*, 14/7, n° 2751.

THELOTREMINÆ

URCEOLARIA Ach.

U. scruposa Ach. Prodr. 32.

Var. **dealbata** Ach. Vet. Akad. Handl. p. 169.

Étolie : sur la terre sablonneuse (grès du flysch) dans les maquis de la rive gauche de l'Aspropotamos, en face des ruines de Stratqs, 23/9, n°s 2868, 2871.

U. actinostoma Pers. in Ach. L. U. 288.

Attique : mont Hymette, rochers de schistes cristallins près de Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n°s 2717, 2777.

U. ocellata D. C. Fl. Fr. II. 372.

Laconie : mont Taygète, rochers calcaires dans la Langadha de Trypi, 500-700 mètres, 24/8, n° 2739.

PHLYCTIS Wallr.

***P. agelæa** Koerb. S. L. G. 391.

Épire : sur tronc de *Sorbus torminalis* entre Kalendini et Vourgareli, 400 mètres, 18/9, n° 2789.

LECIDEINÆ

LECIDEA Ach.

Subgen. *Gyalecta* Ach.

L. Prevostii Schær. Énum. 146.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n°s 2771, 2773.

Subgen. *Biatora* Nyl.

Groupe du *L. lurida* Ach. (*Psora* Mass. pro parte).

L. lurida Ach. Meth. 77, α.

Thessalie : vallée de Tempé, sur la terre calcaire, 7/9, n° 2841.

Phocide : mont Ghiona, terre et fissures des rochers calcaires, 1 900-2 300 mètres, 26/7, n° 2724.

Achaïe : mont Khelmos, sur la terre dans les fissures des rochers calcaires, 2 200 mètres, 12/8, n° 2872.

Groupe du *L. vernalis* Ach.

***L. calcivora** Mass. Ric. p. 78.

Acarmanie : Mytikas, rochers calcaires de la gorge dite Glosses, 50 mètres, 10/7, n° 2819. — Rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n° 2578. — Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n° 2806.

Groupe du *L. sabuletorum* Flörke (*Bilimbia* D. N.)

***L. hypnophila** Ach. L. U. 199.

Phthiotide : mont Oëta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, dans les touffes de mousses, 29/7, n° 2587.

Groupe du *L. luteola* Ach. (*Bacidia* D. N.)

***L. luteola** Ach. Meth. 60.

Thessalie : sur tronc de *Cupressus* à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2792.

***L. incompta** Nyl. in Flora, 1869, p. 296.

Phthiotide : mont Eta, sur troncs d'*Abies* au lieu dit Veloukhi, 1500 mètres, 29/7, n° 2877, 2878.

Subgen. *Eulecidea* Nyl.

Groupe du *L. decipiens* Ach. (*Psora* Mass. pro parte)

L. decipiens Ach. Meth. 80.

Attique : Athènes, sur la terre calcaire derrière le Stade, 8/10, n° 2034, 2035, 2879, 2880. — Marousi, terre calcaire, 31/10, n° 990 (1904).

Étolie : sur la terre sableuse (grès du flysch) dans les maquis de la rive gauche de l'Aspropotamos, en face des ruines de Stratos, 23/9, n° 2869.

Achaïe : vallée du Styx, sur la terre calcaire, 1500 mètres, 13/8, n° 2740.

Groupe du *L. vesicularis* Ach. (*Toninia* Th. Fr.)

***L. vesicularis** Ach. Meth. 78.

Thessalie : sur la terre calcaire au-dessus de Khaliki, 1300 mètres, 14/9, n° 2862.

Attique : Marousi, sur la terre calcaire, 300 mètres, 31/10, n° 979 (1904).

***L. opaca** Duf. in Fr. L. E. p. 289.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsonana, 14/7, n° 2805, 2809.

L. candida Ach. Meth. 79.

Thessalie : rochers calcaires dans la vallée de Témpe, 50 mètres, 7/9, n° 2814.

***L. acarnanica** Harin., sp. nov.

Thallus brunneo-virescens, orbicularis, 8-10 mm. latus, squamoso-lobatus, sat crassus, adpressus, ± pruinosis, K—, KCaCl—. Apothecia atra, uia fusciscentia, ad marginem lobulorum nascentia, circa 1 mm. lata, margine proprio concolore persistente, parum prominente; hypothecium fusco-obscurum; epithecium fuscum; paraphyses capitatae; hymenium 1 cernulescens; ascosporae 8, elongato-ellipsoideae, 13,5 — 16,5 × 4,5 — 5 μ.

Ad. L. tabacinam accedens.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1100 mètres, 12/7, n° 2881.

Groupe du *L. aromatica* Ach.**L. athallina** Hepp. Flecht. Eur. n° 499.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires vers 2 200 mètres, 12/8, n° 2833.

*Var. *meizospora* Harm.

Sporis 16-18 $\times$ 6-7 μ .

Corinthe : mont Ziria, rochers calcaires vers 1 700 mètres, 9/8, n° 2703.

Groupe du *L. parasema* Ach.**L. parasema** Ach. Syn. p. 17, *pro parte*.

Thessalie : mont Pélion, troncs de *Fagus*, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2733. — Troncs de *Castanea* à Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2827.

Phthiotide : mont (Eta, branches mortes de *Juniperus communis*, 1 500 mètres, 29/7, n°s 2825, 2826.

Phocide : mont Parnasse, sur tronc de *Juniperus foetidissima* près de l'Antre Corycien, 1 300 mètres, 5/8, n° 209 (1904).

Corinthe : mont Ziria, troncs d'*Abies* vers 1 700 mètres, 8/8, n° 2889. — Troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agiios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2760.

Achaïe : vallée du Styx, troncs d'*Acer reginæ-Amaliæ*, 1 500-1 600 mètres, 13/8, n° 2723.

Laconie : mont Taygète, sur un tronc de *Morus nigra* près du monastère d'Agiios Gholas, 800 mètres, 23/8, n°s 2764, 2765.

***L. euphorea** Wain. Adj. II. 92.

Leucade : sur troncs d'*Olea*, 14/7, n° 2751.

Phocide : avec le précédent, n° 1034 (1904).

Corinthe : mont Ziria, avec le précédent, n°s 2886, 2888.

Achaïe : avec le précédent, n° 2720.

Laconie : avec le précédent, n° 2764.

L. enteroleuca Ach. L. U. 177.

Phthiotide : mont (Eta, rochers calcaires de la grande Kata.o-thra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2593.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires, 2 300-2 400 mètres, 20/7, n° 2585. — Mont Ghiona, rochers calcaires, 2 000-2 512 mètres, 26/7, n° 2902.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 1700 mètres, 9/8, n° 2703.

**L. latypiza* Nyl. Pyr. Or. 57.

Phocide : mont Ghiona, rocailles de tuf ophitique près des bergeries de Karvouni, 1850 mètres, 26/7, n° 2776, 2875.

**L. vorticosa* Koerb. S. L. G. p. 251.

Avec le précédent, n° 2874.

Groupe du *L. contigua* Fr.

**L. platycarpa* Ach. L. U. 173.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les hêtraies, 1100-1200 mètres, 14/10, n° 2161.

**L. convexa* Th. Fr. Scand. 507.

Thessalie : mont Pélion, rochers de schistes cristallins dans les châtaigneraies de Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2582.

L. petrosa Arn. in Flora, 1868, p. 36.

*Var. *nuda* Th. Fr. Scand. 511.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires des sommets, 2300-2450 mètres, 20/7, n° 2775.

**L. Friesii* Ach. in Liljebl. Sv. Fl. 610.

Laconie : mont Taygète, sur les troncs de *Pinus Laricio* au haut de la Langadha de Trypi, 1000 mètres, 25/10, n° 2895.

Groupe du *L. ostreata* Schær.

**L. ostreata* Schaer. Spic. 110.

Avec le précédent, n° 2895.

Subgen. *Catillaria* Mass.

**L. chalybeia* Borr. in E. Bot. Suppl., t. 2687, f. 2.

Thessalie : rochers de schistes cristallins à Tsagezi, 7/9, n° 2909.

**L. neglecta* Nyl. Scand. 244.

Thessalie : mont Pélion, schistes cristallins, 1100-1200 mètres, 14/10, n° 2163.

Attique : mont Hymette, schistes cristallins à Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n° 2759, 2798.

Subgen. *Rhizocarpon* Roem.**L. atroalbicans* Nyl. in Flora, 1875, p. 363.

Attique : mont Hymette, avec le précédent, n° 2777.

L. geographica Fr. L. E. 326.

Attique : cailloux siliceux des rochers de conglomérat des Météores, au-dessus de Kalabaka, 150-400 mètres, 9/9, n° 2727.

Phocide : mont Parnasse, blocs de limonite sur le plateau du Livadhi, 1 100-1 200 mètres, 19/7, n° 2867. — Mont Ghiona, rocailles de tuf ophitique près des bergeries de Karvouni, 1 850 mètres, 27/7, n° 2875.

Attique : mont Hymette, schistes cristallins à Kaisariani, 300-400 mètres, 6/7, n° 2737.

Subgen. *Buellia* D. N.**L. badia* Fr. S. O. V. p. 287.

Corinthie : rochers schisteux de l'Acrocorinthe, 400 mètres, 6/8, n° 2841.

L. disciformis* Nyl. in Bot. Not. p. 175.Phthiotide : mont Ceta, troncs d'*Abies* au lieu dit Veloukhi, 1 500 mètres, 29/7, nos 2876, 2878.L. enteroleucoides* Nyl. in Flora, 1869, p. 298.

Phocide : mont Ghiona, tufs ophitiques de Karvouni, 1 850 mètres, 27/7, n° 2776,

L. nigritula* Koerb. S. L. G. 252.Corinthie : troncs de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2760.L. sarcogynoides* Koerb. S. L. G. 252.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 250 mètres, 12/8, n° 2837.

**L. vilis* Th. Fr. Scand. 599.

Attique : mont Hymette, sur marbre au-dessus de Kaisariani, 6/7, n° 2583.

**L. alboatra* Fr. L. E. 336.Phocide : mont Parnasse, sur troncs de *Juniperus foetidissima* près de l'Antre Corycien, 5/8, n° 1035 (1904).

Var. *epipolia* Harm. Lich. Lorr. 424 (*forma saxicola*).

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 2 100-2 200 mètres, 8/8, n° 2802.

**L. Parmeliarum* Wain. Adj. II. 119.

Sur le thalle de *Parmelia Petitmenginii*, n° 2797.

GRAPHIDEÆ Nyl.

OPEGRAPHIA Humb.

**O. saxicola* Ach. Syn. 71.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 12/7, n° 2903.

PYRENOCARPÆ Nyl.

ENDOCARPON Hedw.

E. miniatum Ach. Meth. 127.

Thessalie : rochers calcaires dans la vallée de Tempé, 50 mètres, 9/9, n° 2812.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, nos 2572, 2892, 2893.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires, 1 900-2 300 mètres, 26/7, n° 2725.

VERRUCARIA Nyl.

Subgen. *Lithoidea* Ach.

**V. amphibola* Nyl. Pyrenocarp. 22.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, nos 2558, 2591.

**V. lecideoides* Nyl. in Flora, 1881, p. 181.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires, 2 000 mètres, 26/7, n° 2910.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 200-2 300 mètres, 12/8, n° 2855.

**V. glaucina* Ach. Syn. 94.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, nos 2717, 2718.

Acarmanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, nos 2771, 2773, 2835.

V. nigrescens Pers. in Ust. Ann. Bot. 14, p. 36.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n^{os} 2772, 2800.

Leucade : rochers calcaires maritimes du cap Tsouana, 14/7, n^{os} 2803, 2804.

Attique : marbres de l'Hymette, 6/7, n^o 2768.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires, 2 200 mètres, 26/7, n^o 2910.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires, 2 000-2 300 mètres, 8/8, n^{os} 2783, 2785.

Achaïe : mont Khelmos, rochers calcaires, 2 200 mètres, 12/8, n^o 2858.

V. viridula Ach. L. U. 675.

Achaïe : mont Khelmos, avec le précédent, n^o 2854.

Laconie : rochers calcaires à Mistra, 300-400 mètres, 21/8, n^o 2907.

* *V. papillosa* Koerb. Par. p. 379.

Forma acrotella Arn. Jura, n^o 499.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires, 1 500 mètres, 29/7, n^o 2599.

Subgen. *Euverrucaria*

**V. integrella* Nyl. in Flora, 1881, p. 457.

Acarnanie : rochers calcaires au monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n^o 2578.

OBSERVATIONS. — Un peu douteux, les spores étant immatures.

V. rupestris Schrad. Spic. Fl. G. p. 109, t. 2, f. 7.

Attique : marbres de l'Hymette, 6/7, n^{os} 2768, 2769.

Var. calciseda D. C. Fl. Fr. II, 317.

Acarnanie : rochers calcaires au monastère de Romvo, 1 100 mètres, 12/7, n^{os} 2903, 2904.

**V. limitata* Krempelh. Lich. Fl. Bay. 241.

Acarnanie : avec le précédent, n^o 2903.

**V. plumbea* Ach. L. U. 285.

Phocide : mont Ghiona, rochers calcaires, 2 000 mètres, 26/7, n^o 2900.

V. purpurascens Hoffm. Pl. Lich. t. 19, f. 3.

Acarnanie : Mytikas, rochers calcaires de la gorge des Glosses, 50 mètres, 10/7, n^{os} 2818, 2819.

Subgen. *Thelidium* Mass.

***V. incavata** Nyl. Scand. 273.

Acarnanie : rochers calcaires près du monastère de Romvo, 100 mètres, 12/7, n^o 2834.

***V. calcivora** Harm. Lich. Lorr. 473.

Phthiotide : rochers calcaires de la grande Katavothra du mont Ceta, 1500 mètres, 29/7, n^{os} 2598, 2718.

Phocide : mont Parnasse, rochers calcaires, 2300-2400 mètres, 20/7, n^o 2775.

Attique : marbres de l'Hymette, 500 mètres, 6/7, n^o 2859.

Corinthie : mont Ziria, rochers calcaires vers 2200 mètres, 8/8, n^o 2802.

***V. Sprucei** Nyl. Pyrenoc. 27.

Phthiotide : mont Ceta, rochers calcaires de la grande Katavothra, 1500 mètres, 29/7, n^{os} 2589, 2590, 2595, 2597.

Subgen. *Staurothelë* Nörm.

***V. hymenogonia** Nyl. in Flora, 1881, p. 540.

Thessalie : mont Oxya, schistes et serpentines, 1600 mètres, 13/9, n^o 2829.

Subgen. *Acrocordia* Mass.

***V. gemmata** Ach. Syn. 90.

Thessalie : mont Ossa, sur tronc de *Fagus*, 1100-1300 mètres, 18/10, n^o 2218.

Subgen. *Pyrenula* Ach.

***V. nitida** Schrad. Journ. Bot. 1801, p. 79.

Var. *nitidella* Floerke D. L. n^o 10.

Épire : Kalendini, troncs de *Carpinus dauinensis*, 400 mètres, 19/9, n^o 2830.

***V. Massalongi** Garov. Tent. 134.

Phthiotide : mont Ceta, ravin dit Arkoudhorevma, sur tronc d'*Ornus*, 28/7, n^o 2788.

OBSERVATIONS. — Spores 7-11 septées, $21-30 \times 7 \mu$, dont la troisième ou quatrième cellule à partir du sommet est un peu plus grande que les autres.

Subgen. *Polyblastia*

**V. forana* Korb.

Thessalie : mont Oxya, schistes et serpentines, 1 600 mètres, 13/9, n° 2829.

MELANOTHEEA Fée.

**M. arthonioides* Nyl. Exp. Syn. Pyrenoc. 70.

Phthiotide : mont Ceta, Arkoudhorevma, sur tronc d'*Ornus*, 1 000 mètres, 28/7, n° 2788.

ENDOCOCCUS Nyl.

E. erraticus Nyl. Scand. 283.

Syntrophique sur le thalle de *Verrucaria glaucina*, n° 2835.

E. calcaricola Nyl. in Flora, 1875, p. 9.

Syntrophique sur le thalle de *Lecanora intermutans*, n° 2860.